ABHANDLUNG

ÜBER

DIE RICHTUNG DER HAARE AM MENSCHLICHEN KÖRPER.

VON

DR. CHRISTIAN AUGUST VOIGT,
O. Ö. PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT ZU KRAKAU.

Mit 2 Tafeln.

VORGELEGT IN DER SITZUNG DER MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHEN CLASSE AM 24. JULI 1856.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ÜBER DIE RICHTUNG DER HAARE AM MENSCHLICHEN KÖRPER.

Über diesen Gegenstand hat schon Professor Dr. Eschricht in Kopenhagen eine in dänischer Sprache geschriebene Abhandlung in den Denkschriften der Kopenhagener Akademie veröffentlicht, die in der Folge in deutscher Übersetzung in Müller's Archiv der Anatomie und und Physiologie, Jahrgang 1837, erschienen ist. — Meine Untersuchungen liefern zum Theil Ergänzungen, zum Theil Berichtigungen seiner Beobachtungen, und wenn Eschricht den Grund, die Bedeutung der verschiedenen Haarrichtung nicht anzugeben vermochte, sondern blos gewissen Punkten der Oberfläche des Körpers und des Skelets auf die Haarspitzen eine grössere Anziehung, andern eine grössere Abstossung zuschrieb und zuletzt das ganze Phänomen blos der sich überall in der Natur kundthuenden Regelmässigkeit in der räumlichen Anordnung der Theile anreihte, so glaube ich den Grund dieser verschiedenen Anordnung der Haarrichtung gefunden zu haben, indem ich dieses Phänomen auf das Wachsthumsgesetz der Oberfläche des menschlichen Körpers, auf die Entwickelungsgesetze des Hautorganes selbst, so wie auch zugleich auf die Gesetze des Wachsthums des in der Tiefe liegenden Skelets und der zwischenliegenden Weichtheile zurückführe und daraus erkläre. Zur Erklärung der Anordnung der Haare in divergirende Wirbel, auf welche ich die Ausströmungspunkte der verschiedenen Haarrichtungen zurückführe, wende ich das für das grosse Reich der Pflanzen bereits mathematisch nachgewiesene Gesetz der spiralen und schraubenförmigen Anordnung der Triebe, Äste, Zweige, Blätter, Warzen etc., der Blüthen und Samen auf den Fruchtböden, z. B. auf der Scheibe der Sonnenblume und auf den hemisphärischen Anthoklinien an. — Die Giltigkeit dieses Gesetzes hat noch an Ausdehnung gewonnen durch die erst in der neuesten Zeit hinzugefügten

Beobachtungen, dass sich auch im Bau und Gefüge der Baumstämme die Spirale und Schraube in den aussen sichtbaren Windungen der Stämme und in der spiralen Richtung der Holzfaser nachweisen lasse. — Dieses Gesetz übertrage ich nun auf den thierischen Organismus und stelle die Behauptung auf, dass sich dasselbe auch in der Bildung des Animalen wird nachweisen lassen, und bringe die Beweise bei, dass sich dasselbe zunächst hier auf die wirbelförmige Anordnung der Haare anwenden lasse.

In dieser angeführten Abhandlung sagt Eschricht, Seite 48: „Ich habe versucht, die Richtung der Haare unter dem Bilde einer Strömung anschaulich zu machen.

Als Ausströmungspunkte betrachte ich solche Stellen, denen alle Haare ihre Wurzeln zukehren. Unter einem Strom verstehe ich aber eine doppelte Reihe von krummen Bögen, die an der einen Seite an einander liegen. Sind es hier die Haarwurzeln, die von beiden Seiten an einander geneigt sind, so nenne ich den Strom divergirend; sind es die Haarspitzen, convergirend. Von einem Ausströmungspunkte können also nur divergirende Ströme ausgehen.

Ein Kreuz nenne ich eine viereckige Stelle, wo zwei divergirende Ströme senkrecht auf einander stossen und verschwinden, während von den anderen beiden Ecken neue aber convergirende Ströme ausgehen. — Überhaupt betrachte ich die divergirenden Ströme als primäre, die convergirenden als secundäre.

Die Bedeutung des Ausdrucks Wirbel ist allgemein angenommen.“ S. 57 führt er an: „Eine sehr merkwürdige Varietät sah ich an einem Fötus. In der Mittellinie auf dem Kreuzbein fand sich ein Wirbel. Er war aber ein convergirender. Alle Haarspitzen kehrten sich ihm zu, übrigens drehten sie sich wie sonst bei der Wirbelbildung. Es ist das der einzige Fall eines convergirenden Wirbels, der mir bei keinem Menschen vorgekommen ist.“

Ich behalte die von Eschricht gewählten Benennungen, jedoch mit einigen Modificationen, bei. Meine Beobachtungen lehren, dass alle Ausströmungspunkte divergirende Wirbel seien, deren Anzahl nicht immer gleich ist. Sehr selten ist das Centrum des Wirbels ein Punkt, viel öfter eine längere oder kürzere Linie, die manchmal ∽ förmig gekrümmt ist; ferner ist der innere Augenwinkel sammt der Augenlidspalte, der Eingang in den äusseren Gehörgang und der Bock *(tragus)* ein solches Centrum. Die Ausströmungslinien aus solchen Wirbeln werden nach kürzerem oder längerem Lauf oder erst am Ende divergirend, und so entstehen längere, kürzere oder ganz kurze divergirende Ströme; nie beginnen die divergirenden Ströme unmittelbar aus dem Centrum eines divergirenden Wirbels, sondern immer erst, nachdem der Wirbel in einem geringeren oder grösseren Umfange ausgebildet ist, fangen die Ausströmungslinien an zu divergiren.

Convergirende Ströme finde ich überall da, wo die aus dem Centrum kommenden Haarausströmungslinien, sei es nur eines und desselben Wirbels, wie an den Extremitäten oder zweier Nachbarwirbel, schief auf einander stossen; mithin bilden dieselben in der Regel die Grenze zweier Wirbel, oder an den Extremitäten bezeichnen sie die bald auf- bald absteigenden Scheidelinien, in denen die Ausströmungslinien eines und desselben Wirbels schief auf einander stossen.

Kreuze nenne ich jene viereckigen Stellen in diesen Grenzlinien eines und desselben Wirbels oder zweier Nachbarwirbel, wo zwei divergirende Ströme nach längerem oder kürzerem Lauf senkrecht auf einander stossen, oder wo die Wirbelausströmungslinien erst durch dieses senkrechte Aufeinanderstossen divergirend werden, und wo an den zwei anderen Ecken

die nun schief auf einander treffenden Haarrichtungslinien zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende convergirende Ströme bilden. Mithin liegen die Kreuze entweder in der Mittellinie des Körpers in der Grenzlinie zweier gleichnamiger Wirbel, oder an den Seiten des Körpers in der Grenzlinie zweier über einander liegender Wirbel, oder an den Extremitäten in der Scheidelinie der Wirbelausströmungen eines und desselben Wirbels.

Normal vorkommende convergirende Wirbel habe ich beim Menschen ebenfalls mehrere gefunden, deren Anzahl auch nicht immer dieselbe ist. Auch hier laufen die spiralförmig gewundenen Haarrichtungslinien nicht immer in einem Punkte convergirend zusammen, sondern endigen manchmal in einer gewundenen längeren oder kürzeren Linie oder am Umfange, z. B. des Nabels, der Haut, welche das männliche Glied umkleidet. Sind die Härchen länger geworden, so erheben sie sich über die Oberfläche und bilden spiralförmig gewundene Haarspitzen, ähnlich den Haarbüscheln an der Schwanzspitze der Thiere.

Convergirende Wirbel liegen entweder innerhalb der Grenzlinie der Ausströmungen eines und desselben Wirbels, wie z. B. in der Grenzlinie der Ausströmungen des Achselhöhlenwirbels der Ellbogenwirbel liegt, oder an Stellen, wo die Grenzlinien zweier oder dreier Nachbarwirbel zusammentreffen. — Da in den Grenzlinien immer convergirende Ströme laufen, so endigen in einem convergirenden Wirbel wenigstens zwei, aber auch vier und fünf solcher Ströme laufen im Centrum eines solchen Wirbels aus und finden ihr Ende allda. — Die divergirenden Wirbel sind primäre, die convergirenden secundäre Bildungen.

Am menschlichen Körper kommen bei regelmässiger Bildung folgende ausgebildete divergirende Wirbel vor:

1. ein Kopf- oder Scheitelwirbel, manchmal ein Doppelwirbel,
2. und 3. zwei Augen- oder Gesichtswirbel,
4. und 5. zwei Ohrwirbel,
6. und 7. zwei Achselhöhlenwirbel,
8. und 9. zwei Leistenwirbel.

An der Seite des Körpers zwischen dem Achselhöhlen- und Leistenwirbel kommen ein oder zwei Wirbel eingeschaltet vor. Ich habe auch folgende Anomalie beobachtet: Bei einem Embryo von Zwillingen waren an der rechten Seite zwischen dem Achselhöhlen- und Leisten- oder Schenkelwirbel zwei, an der linken Seite nur ein Wirbel eingeschoben.

Unvollkommen entwickelte divergirende Wirbel kommen am Rücken der Hände und Füsse vor. Das Centrum des Handrückenwirbels liegt am Armspindelrande der Hand, da wo in der Tiefe das Gelenk zwischen der Basis des Mittelhandknochens des Daumens und dem *Os multangulum majus* zu treffen. Der rudimentäre Fussrückenwirbel war von der deutlich wellenförmig gestalteten Grenze der Haarausströmungslinien des Leistenwirbels, welche beide Fussknöchel frei liess, durch einen haarlosen Zwischenraum geschieden.

Die convergirenden Wirbel liegen entweder in der Mittellinie des Körpers oder an den Seitenhälften. In der Mittellinie liegende convergirende Wirbel sind bei regelmässiger Bildung:

1. der vordere Kopfwirbel am vorderen Ende der Kopfwirbelsäule,
2. der Steisswirbel am unteren Ende der Rückenwirbelsäule,
3. der Nabelwirbel,
4. der Penis-Wirbel.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Seitlich liegende convergirende Wirbel:

5. und 6. zwei Halswirbel;

7. und 8. zwei Ellbogenhöckerwirbel.

Eine Vermehrung der Anzahl der convergirenden Wirbel fand ich zweimal: auf dem Rücken in der Höhe der unteren Winkel beider Schulterblätter war ein convergirender Wirbel ausgebildet; sein Centrum lag nicht ganz in der Mittellinie des Rückens; in diesem Falle waren beide divergirende Leistenwirbel von ihrer Stelle an die Seite der Brustwand hinauf gerückt; die Wirbel waren rechtswendig und ihre starken Ausströmungen bewirkten ein Abwenden des Rückenstromes, und die gewundenen Enden der Haarrichtungslinien bildeten einen convergirenden Wirbel.

Um einen convergirenden Halswirbel weniger zählte ich bei einem Embryo, wo statt zweier nur der rechtseitige sich vorfand, der aber der Mittellinie des Halses ganz nahe gerückt war. Diese Anomalie war in Verbindung mit dem Abweichen des aus dem Scheitelwirbel kommenden Rückenstromes in der Nackengrubengegend nach links. Dieselbe Anomalie, nur modificirt, fand ich bei einem Erwachsenen: der rechte convergirende Halswirbel war sehr deutlich ausgebildet und lag an seiner gewöhnlichen Stelle in der Unterohrgrube, der linke fehlte; die in denselben fliessenden und sich einrollenden Endströme liefen, ohne sich einzurollen, über die linke Oberzungenbeingegend, dann über die Mittellinie hinüber, spitzten sich zu und endigten im rechten Halswirbel. Ähnliche Anomalie des Halswirbels fand ich mehrere Male am Halse der Pferde.

Bei ungestörter Haarentwicklung findet man nachfolgende regelmässig ausgebildete Kreuze vor:

In der Mittellinie des Körpers, in der Grenzlinie zwischen zwei gleichnamigen divergirenden Wirbeln

1. das Nasenwurzelkreuz,
2. das Zungenbeinkreuz,
3. das Brustkreuz,
4. das Bauchkreuz,
5. das Penis-Kreuz,
6. das Steisskreuz.

An der Seite des Körpers in der Grenzlinie zweier über einander liegenden divergirenden Wirbel:

7. und 8. zwei Augenbraukreuze,
9. und 10. zwei Nackenkreuze,
11. und 12. zwei Oberohrkreuze,
13. und 14. zwei Seiten- (Brust-) Kreuze.

An den Extremitäten in der Scheidelinie der Wirbelausströmungen eines und desselben divergirenden Wirbels:

15. und 16. zwei Delta- oder Schulterkreuze,
17. und 18. zwei Ulnar-Kreuze,
19. und 20. zwei Handwurzelkreuze (nicht immer vollkommen ausgebildet),
21. und 22. zwei Schenkelkreuze.

Sind zwischen dem Achsel- und Leistenwirbel, auf beiden oder blos auf einer Seite, ein oder selbst zwei divergirende Wirbel eingeschaltet, so kann die Anzahl der Kreuze um 1,

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

2. 3, selbst 4 vermehrt sein. Bei anomal vorkommendem convergirenden Wirbel auf dem Rücken bildet sich in Folge der Verwerfung der Haarströmungen unterhalb des Wirbels in der Mittellinie oder ihr nahe ein abnormes Kreuz aus. Bei anomaler Ausbildung blos eines convergirenden Wirbels am Halse habe ich das Zungenbeinkreuz fehlend und bei der damit in Verbindung vorkommenden Abweichung am Nacken das eine Nackenkreuz herabgerückt und in die Mittellinie auf die Stachelfortsätze der obersten Brustwirbel versetzt gefunden.

BESCHREIBUNG DER DIVERGIRENDEN WIRBEL UND IHRER SECUNDÄREN BILDUNGEN.

1. Das Centrum des divergirenden Kopf- oder Scheitelwirbels ist bald in der Mittellinie, bald an den Seiten gelagert, seine spiralen Ausströmungen bilden öfter einen rechts- als linkswendigen Wirbel, manchmal kommt auch ein unvollkommenes Verschmelzen zweier Wirbel — ein Doppelwirbel — vor, wo der eine rechts, der andere links gewunden ist, dann treffen die gegenseitigen Ausströmungen in der Mittellinie senkrecht auf einander, bilden ein Scheitelkreuz und zwei kurze nach vor- und rückwärts laufende convergirende Ströme; hierauf legen und drängen sich die Strömungsbögen an einander, schieben sich auch über einander, und nach einem längeren oder kürzeren parallelen Laufe, die einen vor- die andern rückwärts, wenden sie sich wieder von einander ab und fliessen auf der Stirn und in dem Nacken divergent herab.

Die Wirbelausströmungen sind auf dem Schädelgewölbe *(Calvaria)* mehr oder weniger regelmässig ausgebildet. Der Scheitelwirbel grenzt mit seinen Ausströmungen an beide Augenwirbel, an beide Ohrwirbel und an die aufsteigenden Ausströmungen beider Achselhöhlenwirbel und bildet mit ihren Ausströmungen an seinen Grenzen convergirende Ströme, Kreuze und convergirende Wirbel.

Die nach vorne sich wendenden Ausströmungen dieses Wirbels bilden den mittleren und die zwei seitlichen Stirnströme, welche am oberen Augenhöhlenrande auf die zwei mittleren und die zwei seitlichen Ausströmungen der beiden Augenwirbel treffen. An der Stelle des oberen Augenhöhlenrandes, wo in der Tiefe das *Foramen supra orbitale*, die Nerven und Gefässe liegen, treffen diese Ausströmungen des Scheitel- und Augenwirbels senkrecht auf einander und bilden das Augenbraukreuz und von diesem aus die zwei entgegengesetzt verlaufenden convergirenden Augenbrauströme, den inneren und äusseren. Beide inneren Augenbrauströme treffen in der Mittellinie an der Stelle auf einander, wo in der Tiefe an der *pars nasalis ossis frontis* die aufwärts verlaufende Stirnnath und die abwärts gerichtete *Spina nasalis* beginnt, wo mithin das vordere Ende der Kopfwirbelsäule liegt; hier bilden sie mit dem vom Nasenwurzelkreuz aufwärts steigenden convergirenden Strome aus beiden Augenwirbeln und mit der abwärts steigenden ebenfalls convergirend in eine Spitze zusammenlaufenden Strömung der beiden Hälften des mittleren Stirnstromes den convergirenden Kopfwirbel am vorderen Ende der Kopfwirbelsäule. In diesem convergirenden Wirbel finden demnach vier convergirende Ströme ihr Ende. Bei grösseren Embryonen verlängern sich die Härchen und bilden eine spiral gewundene Haarspitze, ähnlich der an der Schwanzspitze der Thiere. Die Richtungslinien des mittleren Stirnstromes sind manchmal stark geknickt, die Convexität der Knickung liegt nach links, die Concavität nach rechts, welche Knickung dann die seitlichen Stirnströme in Unordnung bringt und das Centrum des convergirenden Wirbels, wie ich einmal sah, von der Mittellinie nach rechts vorschiebt.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die seitlichen Ausströmungen des Scheitelwirbels bilden die beiden Schläfen und hinteren Ohrströme. Die beiden Schläfenströme verlaufen zwischen den seitlichen Stirnströmen und den beiden hinteren Ohrströmen abwärts und bilden mit den letzteren das Oberohrkreuz, indem sie hier gleich oberhalb der Ohrmuschel senkrecht auf die Ausströmungen des Ohrwirbels treffen, welche dann ebenfalls auseinander weichen und zwei in entgegengesetzter Richtung verlaufende convergirende Ströme, den Vorderohr- und den Ohrmuschelrandstrom, erzeugen, welche beide die Ausströmungen des Ohrwirbels von den sie umgreifenden Ausströmungen des Scheitelwirbels scheiden. Der Schläfenstrom drängt sich nun mit seiner Strömung zwischen die Grenzlinien des Ohr- und Augenwirbels ein, hält sie aus einander, läuft, schmäler geworden, sich rückwärts wendend über den Winkel des Unterkiefers und endet, sich einrollend, in der hinter und unter diesem Winkel gelegenen Unterohrgrube im convergirenden Halswirbel.

Die hinteren Ohrströme wenden sich rück- und abwärts; ihre bogenförmigen Strömungslinien übergehen von der Seitenwand des Kopfes zur Rückenfläche der Ohrmuschel; an der Übergangsstelle sind sie gekniekt und zusammengeschoben, breiten sich dann wieder aus, folgen der Einrollung des Ohrmuschelrandes, treffen hier am Rande auf die Grenze der Ausströmungen des Ohrwirbels und bilden mit denselben den Ohrmuschelrandstrom.

Dieser convergirende Strom zerfällt bei Thieren, wo die Ohrmuschel in eine Spitze ausgeht, in zwei convergirende Ströme, welche, den Rändern der Ohrmuschel folgend, an der Spitze zusammenlaufen. Hier laufen die Haarrichtungslinien von beiden Flächen der Ohrmuschel ebenfalls spitzig zusammen, so wird hier an der Spitze ein convergirender Wirbel erzeugt, dessen Härchen, wenn sie sich verlängern, eine gewundene Haarspitze erzeugen.

Eine solche Haarspitze habe ich auch bei grösseren menschlichen Embryonen gefunden; sie liegt, nach hinten und oben sehend, in diesem Ohrmuschelrandstrome. Da der Rand der Helix beim Menschen nur ausnahmsweise in eine Spitze ausgeht, in der Regel mehr oder weniger abgerundet ist, so ist beim Menschen die Bildung eines convergirenden Ohrwirbels nur angedeutet, nicht ausgebildet.

Der Rest der Ausströmung des Scheitelwirbels läuft rückwärts über das Hinterhaupt in den Nacken und zerfällt in zwei seitliche und eine mittlere Strömung. Die beiden seitlichen Ströme kann man untere Ohr- oder seitliche Nackenströme nennen; ihre Richtungslinien winden sich, unter dem Ohre verlaufend, nach vorne; sie trennen sich demnach von der mittleren Strömung, — dem mittleren Nackenstrome. Diese Trennungsstelle liegt zu beiden Seiten der Nackengrube auf den Nackenmuskelwülsten; hier findet man demnach die Nackenkreuze, welche gebildet werden, indem diese divergirenden Nackenströme auf die aufsteigenden ebenfalls divergirenden, schräg verlaufenden seitlichen Halsströme (welche Ausflüsse der Achselwirbel sind) stossen. Von jedem Nackenkreuze verlaufen in der Grenzlinie zwischen dem Scheitel- und Achselwirbel zwei convergirende Ströme in entgegengesetzter Richtung: der eine, der quere seitliche Halsstrom, läuft quer nach vorne, steigt auf den *sterno-cleido-mastoideus* etwas abwärts, dann wieder aufwärts und windet sich in den convergirenden Halswirbel hinein. Der zweite ist der seitliche Rückenstrom, steigt abwärts und endet im convergirenden Steisswirbel. Die unteren Ohrströmungen verlaufen demnach zwischen den hinteren Ohr- und den convergirenden queren seitlichen Halströmen nach vorne, treffen hier auf die aus dem divergirenden Ohrwirbel abwärts in den convergirenden Halswirbel hinein verlaufenden vorderen Ohrströme und bilden mit denselben einen

convergirenden Strom, welcher mit dem sich zuspitzenden Ende der unteren Ohrströmung ebenfalls dem Mittelpunkte des convergirenden Halswirbels zuläuft.

Der mittlere Nackenstrom als letzte Ausströmung des Scheitelwirbels wird im Laufe abwärts zum mittleren Rückenstrome und verläuft als solcher zwischen den zwei Nackenkreuzen und den zwei seitlichen convergirenden Rückenströmen, ist oben breiter, wird im Laufe immer schmäler und endet im convergirenden Steisswirbel. Das Centrum dieses Wirbels liegt nicht unmittelbar auf der Spitze des Steissbeines, die einwärts gebogen ist, sondern ist etwas höher gerückt, ungefähr auf die Verbindung des Kreuz- und Steissbeines. Bei grösseren Embryonen findet man auch hier, dass sich die länger gewordenen Härchen winden und eine Haarspitze bilden, ähnlich der auf der Schwanzspitze der Thiere. So wie demnach die vordere Ausströmung des Scheitelwirbels am vorderen Ende der Kopfwirbelsäule endet und hier zur Bildung des convergirenden Kopfwirbels beiträgt, eben so endet die hintere Ausströmung desselben am unteren Ende der Rückenwirbelsäule und trägt zur Bildung des ebenfalls convergirenden Steisswirbels bei.

3. u. 4. Als Centrum der paarigen divergirenden Augen- oder Gesichtswirbel kann man blos den inneren Augenwinkel oder die ganze Augenlidspalte betrachten. Thut man das erstere, so liegt die Augenlidspalte in der Mittellinie eines vom inneren Augenwinkel auslaufenden divergirenden Stromes; thut man das letztere, so könnte man die Cilien als stärkere Haare, welche das Centrum einfassen, betrachten. Ich ziehe das erstere vor, weil die Augenlidspalte zur Zeit der Haarbildung von einer hautartigen Epidermis-Lage geschlossen ist und die von derselben gedeckten Anlagen der Cilien einen divergirenden Strom darstellen. Beide Augenwirbel grenzen mit ihren Ausströmungen in der Mittellinie an einander, nach oben und an den Seiten an die Ausströmungen des Kopf- oder Scheitelwirbels, und nach unten an die Ausströmungen der paarigen Achselwirbel.

Die von den inneren Augenwinkeln als Mittelpunkten der Augenwirbel in wagerechter und der Augenlidspalte entgegengesetzter Richtung verlaufenden Ausströmungen treffen auf der Nasenwurzel auf einander und bilden hier das Nasenwurzelkreuz. Die aufwärts weichenden Strömungen erzeugen einen aufsteigenden convergirenden Strom, der im convergirenden Kopfwirbel endet. Die abwärts sich wendenden bilden einen convergirenden Strom, der in der Mittellinie des Gesichtes über die Nase, die Oberlippe, die Unterlippe, das Kinn bis zum Zungenbein abwärts verläuft und durch die Mundspalte blos unterbrochen wird. Auf dem Zungenbein treffen diese abwärts gerichteten Strömungen aus beiden Augenwirbeln auf die in der Mittellinie, von dem Brustkreuze angefangen, aufwärts gerichteten Ausströmungen beider Achselwirbel, und da sie beim Zungenbein senkrecht auf einander treffen, so bilden sie hier das Zungenbeinkreuz, und von diesem aus die zwei convergirenden vorderen queren Halsströme, welche auswärts laufend im convergirenden Halswirbel enden.

Die von den inneren Augenwinkeln über die Seiten der Nase, die Nasenflügel, verlaufenden Strömungen werden durch die Nasenlöcher und die Seitenhälften der Mundspalte in ihrer Stromrichtung nicht abgeändert, sondern blos unterbrochen: sie hören an einem Rande der Öffnung auf und beginnen am entgegengesetzten Rande in derselben Richtung wieder. Nur die Vibrissæ als stärkere Haare sind gegen das Lumen der Nasenöffnungen gekehrt.

Die nächsten vom inneren Augenwinkel auslaufenden Strömungen wenden sich nach ab- und rückwärts, laufen über die Backen und Wangen als Backen- und Wangenströme,

setzen über den Kaumuskel und den Rand des Unterkiefers ihren Lauf fort, wenden sich rückwärts, vereinigen sich mit denen, die von der Seite der Nase, von der Unterlippe über die Seiten des Kinns herabkommen und sich ihnen anschliessen. Von diesen letzteren laufen die der Mittellinie näher liegenden in den convergirenden vorderen Halsstrom. Die hinteren längsten, welche als die eigentlichen Fortsetzungen des Backenstromes zu betrachten sind, fliessen, schmäler geworden sich einrollend, in den convergirenden Halswirbel hinein, begrenzt von den Strömungen des Schläfen- und des convergirenden vorderen queren Halsstromes.

Der in der Augenlidspalte liegende, vom inneren Augenwinkel ebenfalls auslaufende divergirende Augenspaltenstrom hat in erster Reihe die stärkeren Augenwimpernhaare, mit welchen dieser divergirende Strom beginnt; hierauf folgen die feineren, in enge an einander gedrückte schräg verlaufende Haarrichtungsbögen geordnet. Die das untere Augenlid deckenden schliessen sich im weiteren Laufe dem Wangenstrome an. Die über das obere Augenlid laufenden wenden sich auf- und auswärts und legen sich an die letzte Ausströmung vom inneren Augenwinkel an, die aufwärts steigt und, wie ich bereits beschrieben habe, am Augenbraukreuz in zwei divergirende Hälften sich theilt, von denen die äussere, welche in ihrer letzten Ausströmung stärkere Härchen treibt, die äussere und untere Hälfte der Augenbraue bildet, während die obere und ebenfalls äussere Hälfte der Augenbraue und des Augenbraustromes ebenfalls von stärkeren Härchen der Randströmung des seitlichen Stirnstromes gebildet wird. Die innere Hälfte des convergirenden Augenbraustromes ist nur bei wenigen erwachsenen Menschen mit stärkeren Augenbrauhaaren versehen und ausgebildet. In einem solchen Falle kommen wie bei denen, welche die Griechen Synophryes nannten, die inneren Enden beider Augenbrauen in der Mittellinie zusammen.

4. u. 5. Die paarigen divergirenden Ohrwirbel sind, wie ich beim Scheitelwirbel beschrieben habe, zwischen die am oberen Ohrkreuz sich trennenden und unter dem Ohr wieder zusammenfliessenden Schläfen- und hinteren und unteren Ohrströme eingeschoben: sie sind auf einer Hautfläche ausgebildet, die nach oben und an den Seiten abgerundet ist und nur nach unten in eine Spitze ausläuft. Am Rande oben liegt das Oberohrkreuz, den vorderen Rand derselben umsäumt der convergirende vordere Ohrstrom, den hinteren der Ohrmuschelrandstrom; der letztere läuft über den Rand des Ohrläppchens nach abwärts, scheidet hier die Spitze der vorderen Ohrströmung vom zugespitzten Ende der unteren Ohrströmung, fliesst mit dem convergirenden vorderen Ohrstrome in einen Strom zusammen und endet im convergirenden Halswirbel. Diese Hautfläche bekleidet mit ihrer hinteren Hälfte die ausgehöhlte, trichterförmige, gefaltete Fläche des Ohrmuschelknorpels, mit ihrer vorderen den Bock und die Fläche vor dem Ohre, welche bei Männern, die selbst einen starken Backenbart haben, von demselben frei bleibt.

Das Centrum dieses divergirenden Ohrwirbels liegt im Eingange des *meatus auditorius externus* und der Spitze des Tragus nahe. Dem Centrum zunächst sprossen die Caprones, die mit ihren Spitzen gegen die Höhlung des äusseren Gehörganges sehen. Die ebenfalls hier beginnenden divergirenden Ausströmungslinien dieses Wirbels liegen dem Centrum zunächst gedrängt und breiten sich dann aus. Der aus dem Centrum aufwärts steigende Strom geht über die Gegenwindung und hierauf auch über den umgekrümmten Rand der Windung, trifft hier senkrecht auf die Divergenz des Schläfen- und hinteren Ohrstromes, bildet mit denselben das Oberohrkreuz und von diesem aus nach vorne — den convergirenden Vorderohr- — und nach hinten den Ohrmuschelrandstrom. Die hintere und untere Ausströmung

begränzt der Ohrmuschelrandstrom. Die vordere geht oben über den Ursprung der Helix und breitet sich dann abwärts strömend auf der Fläche vor dem Ohre aus, vereinigt sich mit der in der Rinne zwischen Tragus und dem Ursprunge der Helix hervorkommenden, so wie auch mit der, welche in der *incisura semilunaris* herausfliesst, und alle drei zusammen bilden die sich zuspitzende vordere Ohrströmung, die im convergirenden Halswirbel ihr Ende findet. Hier in diesem convergirenden Halswirbel fliessen demnach, wie ich bereits aufgezählt habe, fünf convergirende Ströme zusammen und er liegt in der Unterohrgrube, da wo in der früheren Entwickelungsperiode des Embryo die unterste Schlundspalte (Kiemenspalte) liegt.

6. u. 7. Die paarigen divergirenden Achselhöhlenwirbel haben ein weites Verbreitungsgebiet, denn sie bedecken mit ihren Ausströmungen die Brust, den Hals, den Rücken und die ganze obere Extremität. Sie grenzen somit nach oben an die Ausströmungen des Scheitelwirbels und beider Augenwirbel. In der vorderen Mittellinie des Körpers stossen ihre beiderseitigen Stromlinien auf und an einander, nach hinten legen sie sich an den zwischen ihre Ausströmungen eingeschobenen Rückenstrom. Nach unten grenzen sie bei regelmässiger Ausbildung an die oberen Ausströmungen des Leistenwirbels. Ist zwischen beide Wirbel einer oder gar zwei seitliche divergirende Wirbel eingeschoben, so reichen die unteren Ausströmungen nicht so tief herab.

Das Centrum dieses Wirbels liegt in der Tiefe der Achselhöhle ungefähr an der Stelle, wo unter der Haut das Achselnervengeflecht und die Gefässe liegen; es verschiebt sich auch nach hinten und ist manchmal in seiner Ausbildung gestört. Die Wirbelströmung ist nur in einem geringen Umfange regelmässig ausgebildet, öfter links- als rechtswendig; nicht weit vom Centrum beginnt aus derselben der divergirende, absteigende, seitliche Brustström, der in geschwungener Richtung verlaufend der Brustwarze sehr nahe kommt, dann fast senkrecht abwärts steigend auf den aufwärts steigenden divergirenden seitlichen Bauchstrom, der aus dem Leistenwirbel kommt, trifft und hier mit den Ausströmungen desselben das Seitenkreuz (oder seitliche Thorax-Kreuz) und zwei convergirende Ströme erzeugt, welche in der Grenze zwischen den Ausströmungen des Achsel- und Leistenwirbels verlaufen. Der nach vorne laufende endet (wenn kein seitlicher divergirender Wirbel eingeschaltet und wenn das Centrum des Leistenwirbels nicht hinauf gerückt ist) im convergirenden Nabelwirbel. Der hintere umgeht die Seitenwand des Thorax und läuft in den seitlichen convergirenden Rückenstrom hinein.

Von den aus dem divergirenden absteigenden seitlichen Brustströme fliessenden Strömungen laufen die hintere über die seitliche Brustwand, das Schulterblatt und den Rücken, legen sich an den Rückenstrom und bilden die Fortsetzung des convergirenden seitlichen Rückenstromes, die vorderen Strömungen in ihrem Laufe zur Mittellinie überspringen die Areola und die Brustwarze, ändern hierdurch ihren Lauf nicht, neigen sich abwärts und bilden mit den gleichnamigen der anderen Seite einen Theil des Mittelstromes, und zwar den absteigenden convergirenden Bauchstrom.

Die queren Brustströme gehören ebenfalls zu den divergirenden, jedoch breiten Ausströmungen, welche aus den Achselhöhlenwirbeln kommend wagerecht laufen, in der vorderen Mittellinie auf dem Sternum senkrecht auf einander stossen und hier das Brust- oder Sternal-Kreuz bilden. Die abwärts weichenden schräg gewordenen Strömungen laufen oberhalb der Brustwarze über die Brust und bilden in der Mittellinie den convergirenden abwärts laufenden Bruststrom, der in den absteigenden Bauchstrom übergeht.

Die aufwärts weichenden Strömungen beider queren Brustströme nehmen ihren Lauf über die Schlüsselbeine; in der Mittellinie bilden sie den aufsteigenden Brust- und Halsstrom, der convergirend anfängt, dann laufen die aufwärts steigenden Strömungen parallel, legen sich in der Mittellinie blos an einander und auf dem Zungenbeine treffen sie senkrecht auf den absteigenden mittleren Gesichtsstrom und bilden hier das Zungenbeinkreuz. Die von hier sich seitlich wendende Strömung trägt zur Bildung des convergirenden queren Halsstromes bei und läuft sich zuspitzend und einrollend in den convergirenden Halswirbel hinein. Der nächste Theil dieser über die Clavicula aufsteigenden Strömung läuft schräg über den *Sterno-cleido-mastoideus*, wird zum divergirenden schräg aufsteigenden seitlichen Halsstrome, der im Nackenkreuz senkrecht auf die Divergenz des mittleren und seitlichen Nackenstromes stösst und hier dieses Kreuz und zwei convergirende Ströme bildet, von denen der nach vorne sich wendende der quere seitliche Halsstrom ist, der hinten laufende abwärts gerichtete convergirende Strom ist der seitliche Rückenstrom; er nimmt die anfangs quer über die Seiten des Halses, dann absteigend verlaufenden Ausströmungen aus diesem divergirenden seitlichen Halsstrome auf.

Die für die obere Extremität bestimmten, aus dem Achselhöhlenwirbel stammenden Ausströmungen sind eine vordere, eine hintere und eine mittlere, welche die längste ist. Sie unterscheiden sich dadurch von den am Stamme vorkommenden, dass sie nach längerem oder kürzerem Laufe auf einander stossen, Kreuze, convergirende Ströme und convergirende Wirbel bilden.

Die vordere Strömung bildet den vorderen Schulterstrom, der aus dem Achselhöhlenwirbel kommend über die vordere Wand der Achselhöhle (den unteren Rand des *pectoralis major*) sich herum windet und nun auf- und auswärts sich ausbreitet; der der Mittellinie nächste Theil desselben läuft in Bogenkrümmungen über das Schlüsselbein, über die Seite des Halses in den Nacken und mündet noch in dem seitlichen Rückenstrome. Die zunächst darauf folgenden werden immer mehr divergirend, umgreifen die vordere Fläche der Schulter und wenden sich nach hinten und aussen. Der unterste Theil dieser Strömung läuft quer, fast wagerecht um den Delta-Muskel und ist der divergirende quere Schulterstrom; er trifft auf der äusseren Fläche desselben auf einen ebenfalls quer laufenden Strom, der zur hinteren Strömung gehört (den hinteren queren Schulterstrom), beide treffen hier senkrecht auf einander und bilden das Delta-Kreuz. Die zwei convergirenden Ströme, die durch das Ablenken dieser queren Ströme entstehen, sind: Der aufsteigende Schulterstrom, der im weiter wagerechten Laufe zum queren Rückenstrome wird und sich abwärts wendend im seitlichen convergirenden Rückenstrome verliert. Zu seiner Bildung fliessen die beschriebene aufsteigende Strömung des vorderen Schulterstromes mit den hinteren ebenfalls aufsteigenden und divergirenden Ausflüssen des hinteren Schulterstromes zusammen, welche die hintere Wand der Achselhöhle umgreifen, das Schulterblatt bedecken und dann erst in diesen Strom einmünden. Der zweite vom Delta-Kreuz abwärts laufende convergirende Strom ist der absteigende äussere Armstrom; dieser läuft bis zum äusseren Knorren des Humerus aussen, wendet sich dann rückwärts und windet sich in den convergirenden Ellbogenhöckerwirbel hinein. Die aus dem vorderen und hinteren Schulterstrome abwärts sich wendenden Strömungen sind es, welche den Oberarm umgreifend in ihm zusammen laufen, während die längste Ausströmung aus dem Achselhöhlenwirbel, der innere Armsstrom, im *sulcus internus bicipitis* an die beiden anderen Strömungen sich anschliessend, herabläuft, durch

die *fossa cubiti* in den *sulcus radialis* gelangt und bis zum Handgelenk sich ausdehnt. Von der Ellbogenbeuge an wird er zu einem breiten divergirenden Strome, der an der inneren Fläche des unteren Endes des Radius halbkreisförmig abgerundet endet. Seine seitlichen Ausflüsse laufen in aufsteigenden Bogenkrümmungen, die vorderen um den Armspindelrand herum auf den Rücken des Vorderarmes, die hinteren über die innere Fläche der Antibrachiums. Die obersten Ausströmungsbögen beider fliessen zusammenlaufend in den convergirenden Ellbogenhöckerwirbel, die mittleren erheben sich noch stark, die unteren immer weniger und bilden längs der Ulna den convergirenden aufsteigenden Ellbogenstrom, der im Ellbogenhöckerwirbel sich einrollend endet. Oberhalb der unteren Enden beider Vorderarmknochen laufen die äusseren und inneren Ausströmungen quer, treffen ober dem *capitulum ulnae* senkrecht auf einander und bilden das Ulnar-Kreuz. Die von hier beginnenden Ströme sind der auf- und absteigende Ellbogenstrom; beide sind convergirende. Der absteigende ist sehr kurz, die innere Hälfte der in ihn fliessenden Ausströmungsbögen bildet oberhalb des Handgelenkes eine halbkreisförmige Grenze, die äussere Hälfte läuft über den Rücken der Handwurzel quer und schliesst sich an die ebenfalls queren Ausströmungen des rudimentär ausgebildeten divergirenden Handwirbels, welche den Metacarpus bis zum Ulnar-Rande der Hand bedecken; die aus seinem Wirbel-Centrum am Radial-Rande der Hand fliessende senkrecht aufsteigende Strömung trifft auf das Ende der absteigenden des inneren Armstromes und bildet hier ein selten deutlich ausgebildetes Kreuz; die an den Radial-Rand und nach unten gehende Ausströmung endet sehr bald. Blos der Theil der Rückenhaut der Finger, welcher die mittleren Abtheilungen der Phalangen deckt, ist behaart; auch diese Härchen laufen quer vom Armspindel zum Ellbogenrande hin; die in der obersten Reihe in jeder Abtheilung liegenden Härchen haben ihre Spitzen aufwärts und die in der untersten Reihe gelegenen abwärts gerichtet. Diese quere Richtung des Laufes der Härchen, welche den Rücken der Phalangen decken, erscheint gleichsam als eine durch die Gelenke und die Spalten zwischen den Fingern unterbrochene Fortsetzung der Ausströmung des Handwirbels. Nur die Härchen auf der Rückenfläche des Daumens haben eine entgegengesetzte Richtung, ihre Spitzen sind dem Armspindelrande zugekehrt: sie sind somit als Fortsetzung der vom Centrum des Handwirbels zum Armspindelrande der Hand gerichteten Ausströmung anzusehen. Diese entgegengesetzte Richtung der Härchen am Daumen deutet auf einen Gegensatz, welcher zwischen dem Daumen und den vier übrigen Fingern besteht.

8. u. 9. Die paarigen divergirenden Leistenwirbel. Auch ihr Verbreitungsgebiet ist weit, denn ihre Ausströmungen bedecken den Bauch, den Rücken, das Gesäss, die Genitalien und die ganze untere Extremität. Sie grenzen nach oben, vorne und hinten an die Grenzlinie des Achselhöhlenwirbels (wenn kein divergirender Wirbel eingeschoben ist); nach vorne gerathen ihre beiderseitigen Ausströmungen in der Mittellinie auf und an einander, nach hinten und oben ist zwischen ihre Stromlinien das zugespitzte Ende des Rückenstromes eingeschoben, nach hinten und unten, wo in der Mittellinie die Geschlechts- und Afteröffnung vorkommt, grenzen in den Zwischenstücken der Mittellinie ihre beiderseitigen Strömungen an einander; nach unten, wo ihre längsten Ausströmungen die untere Extremität einhüllen, enden dieselben oberhalb und zwischen dem äusseren und inneren Fussknöchel.

Das Centrum des Leistenwirbels hat eine nicht immer constante Lage, es rückt bald mehr nach innen, wo die Schenkelgefässe liegen, bald mehr nach aussen auf den Sartorius oder selbst aus der Leiste an die Seite der Bauch- oder Brustwand. Die regelmässige

Wirbelströmung ist nur in geringem Umfange des Centrums ausgebildet, Störungen derselben kommen sehr oft vor; sie ist bald rechts, bald links gewunden. Der rechte Leistenwirbel ist gewöhnlich rechts-, der linke linkswendig. Der aus derselben beginnende aufsteigende seitliche Bauchstrom ist die am deutlichsten ausgebildete divergente Ausströmung desselben; er hat einen gewundenen Lauf. Aus dem Wirbel kommend läuft er an der inneren Seite des vorderen oberen Dornes des Darmbeines vorbei, windet sich in dem Weiche rückwärts, steigt dann auf- und etwas einwärts, trifft senkrecht auf den absteigenden seitlichen Bruststrom, macht das Seitenkreuz und einen vorderen und hinteren convergirenden Grenzstrom; der vordere mündet in den convergirenden Nabelwirbel, der hintere in den convergirenden seitlichen Rückenstrom. Von den seitlichen divergirenden Ausströmungen dieses aufsteigenden Bauchstromes nehmen die oberen aus der nach hinten gerichteten Strömung über den unteren Theil der Seitenwand des Thorax ihren Lauf; sie sind anfangs kurz, werden immer länger, tragen zur Bildung des convergirenden Seitenstromes, der die Grenze bildet, bei; die mittleren strömen über die Weichen und die unteren über den Kamm des Darmbeines und den oberen Theil der Hüfte; diese haben einen grösstentheils wagerechten Lauf, am Rücken angelangt wenden sich alle schräg abwärts und legen sich an den convergirenden seitlichen Rückenstrom. Die untersten über die *crista ilei* gelaufenen haben sich zusammen gedrängt und fliessen von den Seiten in den convergirenden Steisswirbel hinein. Die vorderen seitlichen Ausströmungen des aufsteigenden divergirenden Bauchstromes laufen einwärts zur Mittellinie, die obersten sind die kürzesten, werden hierauf immer länger und bilden mit der vorderen einwärts gewandten Strömung des absteigenden seitlichen Bruststromes den convergirenden schrägen Bauchstrom, der in dem Nabelwirbel endet. Die mittleren endigen convergirend am seitlichen Umfange des Centrums des Nabelwirbels, die untersten laufen zur Mittellinie quer, treffen hier in der Mitte zwischen Nabel- und der Schambeinvereinigung senkrecht auf einander, bilden das Bauchkreuz, die oberen Hälften der beiderseitig aufwärts abgelenkten Strömung bilden den convergirenden aufsteigenden Bauchstrom, der am unteren Umfange des Centrums des Nabelwirbels endet. Die unteren Hälften, die abwärts ausweichen, bilden den convergirenden absteigenden Bauchstrom, der am vorderen Umfange des Penis-Wirbels endet.

Die der vorderen und hinteren Schulterströmung analogen Ausströmungen der Leistenwirbel sind die Scham- und Hüftströmung; sie gehören bereits zu den für die untere Extremität bestimmten Ausströmungen, unterscheiden sich jedoch dadurch von ihnen, dass die oberen und mittleren Ausflüsse noch verwendet werden, um das untere Ende des Stammes zu bedecken; diese erreichen auch die Mittellinie des Körpers, blos die untersten Ausflüsse derselben umfassen den obersten Theil der unteren Extremitäten und stossen wieder auf einander und bilden Ströme und Kreuze.

Die beiderseitigen Schamströmungen wenden sich einwärts, bedecken die Schenkelbeuge und den Schamberg, vereinigen sich oben mit dem Reste der vom Bauch herabkommenden, in der Mittellinie begegnen sic sich schief und bilden das Ende des convergirenden absteigenden Bauchstromes, umhüllen die Seiten der Haut des Penis an der Wurzel desselben und tragen mithin zur Bildung des Penis-Wirbels bei. Die ab- und einwärts gerichteten Theile der Schamströmung bilden mit den letzten Ausläufern des untersten Theiles der Hüftströmung, nachdem dieselbe das Gesäss und den Schenkel umgriffen und das Scrotum bedeckt hat, das obere Ende des convergirenden aufsteigenden inneren Schenkelstromes,

welcher in der Rinne zwischen der inneren Fläche des Schenkels und dem Scrotum sich einwärts wendet, in der Raphe senkrecht auf den der anderen Extremität trifft, aus einander weicht und das Penis-Kreuz bildet, während die abgelenkten Härchen in der Raphe des Penis und des Scrotums wieder zusammen fliessen.

An den äusseren weiblichen Geschlechtstheilen endigen die inneren aufsteigenden Schenkelströme nicht in der Mittellinie, sondern laufen am oberen Theile der grossen Schamlefzen aus, scheinen hier sich einzurollen, nehmen die Strömung vom *mons veneris* und die von hinten und unten kommende, welche die *labia majora* bedeckt, auf, welche letztere am seitlichen Umfange der Schamspalte sich begrenzt. Der convergirende absteigende Bauchstrom fliesst am vorderen oberen Ende der Schamspalte in dieselbe. Am hinteren unteren hört der hier viel kürzere convergirende Dammstrom auf.

Die Hüftausströmungen kommen aussen aus dem Leistenwirbel, werden divergirend, laufen oberhalb und unter dem Trochanter quer, bedecken den grössten Theil der Hüfte und des Gesässes mit ihren der hinteren Mittellinie zustrebenden Ausflüssen. Die oberen stossen auf dem Steissbein senkrecht auf einander und bilden das Steisskreuz. Die beiderseitigen kurzen nach oben abgelenkten Enden dieser Strömung legen sich in der Mittellinie an einander und laufen von unten in den Steisswirbel; wenn diese Härchen länger geworden sind, bilden sie mit den übrigen sich einrollend eine Haarspitze. Die abwärts weichenden Theile der Strömung legen sich ebenfalls in der Mittellinie an einander und laufen zum oberen Umfange der Afteröffnung. Der mittlere Theil der Strömung endigt, in der *crena clunium* angelangt, gedrängter geworden, am seitlichen Umfange des Afters, in der Mittellinie des Dammes in einem nach vorne gerichteten convergirenden Dammstrome. Die beiderseitigen untersten Ausflüsse laufen um den unteren Rand des Gesässes herum, erheben sich einwärts laufend, bedecken die Haut des Dammes des Scrotums mit ihrer Strömung und bilden in der Raphe einen convergirenden Strom, mit dem äusseren Theile der Strömung fliessen sie in das Ende des aufsteigenden inneren Schenkelstromes.

Die letzten und längsten Ausströmungen des Leistenwirbels sind der äussere, innere und vordere Schenkelstrom; sie bedecken und umgreifen den Ober- und Unterschenkel, stossen wieder auf einander und begegnen sich in convergirenden Strömen, die sie selbst bilden.

Der äussere Schenkelstrom nimmt mit seinen divergirenden Ausflüssen an der äusseren Seite des Wirbels seinen Anfang und wendet sich aus- und abwärts; seine Ausflüsse haben einen längeren Lauf als die inneren, denn sie verbreiten sich über die äussere und hintere Fläche des Oberschenkels. Seine oberen Ausflüsse lagern sich an die unterste Strömung des Hüftstromes, ihre Bögenkrümmungen sind nicht gross, denn sie laufen an der äusseren und hinteren Oberfläche des Oberschenkels fast quer, neigen sich nur etwas abwärts und erst mit ihrem Ende ein- und aufwärts.

Der innere Schenkelstrom wendet sich mit seinen aus dem Wirbel kommenden Ausströmungen ein- und abwärts. Die oberen Strömungen laufen in wenig gebogenen Krümmungen fast wagerecht einwärts, an die unteren Ausflüsse der Schamströmung sich anlegend. Die mittlere in einer stärkeren Bogenkrümmung fliessende Strömung trifft an dem hinteren Rande des Gracilis in der Mitte des Oberschenkels senkrecht auf die ebenfalls mittlere Ausströmung des äusseren Schenkelstromes, welche in einer eben solchen, nur längeren Bogenkrümmung fliessend die äussere und hintere Fläche des Oberschenkels umgriffen hat, bildet an

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

dieser Stelle das Schenkelkreuz und zwei convergirende Ströme: den auf- und absteigenden inneren Schenkelstrom. Der aufsteigende Strom nimmt in seinem Laufe aufwärts die nach oben abgelenkten Endtheile der mittleren und oberen Ausströmungen des inneren und äusseren Schenkelstromes auf und endet, auf- und dann einwärts strömend, am Penis-Kreuz.

Der absteigende ebenfalls convergirende innere Schenkelstrom hält sich in seinem Laufe abwärts an den hinteren Rand des Graeilis, dann an den hinteren Rand des Sartorius, umfliesst die hintere Gegend des inneren *Condylus femoris*, wendet sich herabsenkend vorwärts, gelangt auf die innere Fläche der Tibia und endigt oberhalb und am vorderen Umfange des *malleolus internus* mit einer deutlichen Begrenzung.

Die längsten ein- und abwärts laufenden Ausflüsse der inneren Schenkelströmung liegen zwischen dem vorderen Schenkelstrome und dem convergirenden absteigenden inneren Schenkelstrome, dem sie zufliessen; sie bedecken den unteren Theil der inneren Oberfläche des Oberschenkels, die innere Gegend des Kniegelenkes und reichen auf der inneren Fläche des Unterschenkels bis ungefähr zur Mitte über die Tibia hinab; sie legen sich in ihrem ganzen Verlaufe an die innere Abtheilung des vorderen Schenkelstromes.

Die unterste Ausströmung des äusseren Schenkelstromes windet sich ab- und rückwärts, dann ein- und vorwärts; sie ist die längste und breiteste, von der äusseren Oberfläche des Oberschenkels fliesst sie in die Kniekehle, dann über die Wade, die innere Fläche des Unterschenkels und endigt oberhalb und zwischen den beiden Fussknöcheln mit zwei an ihren Enden halbkreisförmig begrenzten Ausläufern, welche auf der Achilles-Sehne einander berühren. Alle ihre Ausflüsse, die ein- und vorwärts sich begeben, fliessen in den convergirenden absteigenden Schenkelstrom, die äusseren legen sich an die äussere Abtheilung des vorderen Schenkelstromes.

Der vordere Schenkelstrom als letzter Ausfluss des Leistenwirbels verläuft, zwischen die äussere und innere Schenkelströmung sich eindrängend, über die vordere Fläche des Oberschenkels; oberhalb der Kniescheibe trennt er sich in eine äussere, innere und mittlere Abtheilung. Die äussere und innere Abtheilung umgreift die Patella an ihren Rändern und unterhalb derselben, auf der *spina tibiae* begegnen sie einander wieder und bilden unter sich einen kleinen convergirenden Strom, der in den absteigenden inneren Schenkelstrom mündet. Die mittlere Abtheilung, welche die kürzeste ist, findet auf der Patella ihr Ende, und wäre das Knie so stark beugbar wie das Ellbogengelenk und würde die Kniescheibe so stark vorwärts ragen, wie der Ellbogenhöcker rückwärts ragt, so würden die mittlere und die zwei seitlichen Abtheilungen auf der Patella convergirend zusammenlaufen und es würde sich hier ein convergirender Wirbel ausbilden wie am Ellbogenhöcker, dessen Härchen sich eben so einrollen würden. Die äussere Abtheilung dieses Stromes, welche die längste ist, fliesst zwischen der Fibula und der *crista tibiae* herab auf die äussere Fläche des Unterschenkels, windet sich einwärts, unten auch über die *crista tibiae* hinüber und endigt ebenfalls oberhalb und zwischen dem *malleolus externus* und *internus* mit zwei Ausläufern, die halbkreisförmig begrenzt sind und das untere Ende der Tibia zwischen sich haben, auf welchem sie sich berühren.

Auf dem Fussrücken ist ebenfalls ein Wirbel, nur unvollkommen ausgebildet, dessen Ausströmungen aber von diesen letzten Ausläufern des Leistenwirbels durch eine haarlose deutliche Grenze geschieden sind. Dieser Wirbel windet sich auf dem rechten Fussrücken gewöhnlich rechts, auf dem linken links. Die hintere Ausströmung ist wenig, die vordere hingegen stärker

ausgebildet und reicht bis auf den Mittelfuss hinüber. Die Härchen auf dem Rücken der mittleren Abtheilungen der Zehenglieder sind wie auf dem Rücken der Finger geordnet; alle wenden sich mit ihren Spitzen auswärts, nur die in den hinteren Reihen liegenden sind etwas rückwärts, die in den vorderen liegenden vorwärts abgewendet. Diese Richtung der Härchen auf dem Rücken der Zehen kann auch als eine, blos durch die Gelenke und Zehenspalten unterbrochene Fortsetzung dieses rudimentär ausgebildeten Wirbels angesehen werden.

Kommt an der Seitenwand der Brust ein divergirender Wirbel vor, so kann dieser ein überzähliger sein, der zwischen dem Achselhöhlen- und Leistenwirbel eingeschaltet ist, oder das Centrum des Leistenwirbels ist auf die Seitenwand der Brust hinauf gerückt. Ich habe auch an einem Embryo, an der rechten Seite zwei, an der linken blos einen überzähligen Wirbel eingeschoben gefunden.

a) Ist ein überzähliger Wirbel eingeschoben, so ist durch dieses Einschalten der divergirende absteigende Seitenstrom des Achselhöhlenwirbels und der divergirende aufsteigende Bauchstrom des Leistenwirbels kürzer geworden, das Seitenkreuz mit seinen zwei convergirenden Grenzströmen rückt in die Höhe der Brustwarze und an der inneren Gegend des vorderen oberen Dornes der *crista ilei* ist ein neues Kreuz (das Darmbeinkreuz) ausgebildet, sein vorderer convergirender Grenzstrom läuft über die Leistengegend ein- und abwärts und endigt in der Mittellinie im convergirenden Penis-Wirbel; sein hinterer convergirender Grenzstrom läuft über den Darmbeinskamm dem convergirenden Steisswirbel zu. Das Centrum dieser Seitenwirbel liegt dann in der Verbindungslinie dieser beiden Kreuze höher oder tiefer, ungefähr auf der Verbindungsstelle der vorderen Endtheile der Rippen mit den Rippenknorpeln. Ich habe diese Wirbel an der rechten Seite links, und an der linken rechts gewunden gefunden; auch in dem Falle, wo rechts zwei Wirbel eingeschaltet waren, waren beide linkswendig. Aus jedem Seitenwirbel ist in einem solchen Falle ein aufsteigender divergirender Seitenbruststrom und ein absteigender divergirender seitlicher Bauchstrom ausgebildet. Alle nach rückwärts sich wendenden Ausflüsse dieser beiden divergirenden Ströme laufen über die Seiten der Brustwand und die Weichen quer und fliessen hinten in den convergirenden absteigenden seitlichen Rückenstrom. Alle vorderen einwärts sich wendenden Ausflüsse erreichen die Mittellinie und tragen ober dem Nabel zur Bildung des absteigenden Brust- und Bauchstromes bei. Die der Mittellinie unter dem Nabel zuströmenden machen in der Mittellinie das Bauchkreuz und die convergirenden auf- und absteigenden Bauchströme.

b) Rückt der Leistenwirbel aus der Leiste an die Seitenwand des Thorax, so hängt es von der Grösse der Ausbildung seiner divergirenden Ströme ab, ob das Seitenkreuz der Brustwarze näher oder entfernter gefunden wird. Das Centrum eines solchen divergirenden Wirbels habe ich in der geraden Verbindungslinie des Achselhöhlenwirbels mit dem vorderen oberen Dorne des Darmbeines an der Seitenwand der Brust auf den Rippen selbst liegend gefunden. Die Wirbelströmung war vom Centrum aus an der rechten und linken Seite rechts gewunden und so stark ausgebildet, dass ihre nach rückwärts gewandten Ausflüsse die Continuität des Rückenstromes unterbrachen und den oberen Theil seiner Strömung links ablenkten. In der Verbindungslinie beider Winkel des Schulterblattes links von der Mittellinie, ihr jedoch nahe, war ein convergirender links eingedrehter Wirbel, und unterhalb desselben in der Mittellinie ein Rückenkreuz ausgebildet, wo die sonst abwärts gerichtete convergirende Strömung in einen aufwärts gerichteten convergirenden Strom umgewandelt war, der in den convergi-

renden Wirbel hinein lief. Einen solchen convergirenden Rückenwirbel habe ich zweimal gefunden.

Der aus einem solchen an die Seitenwand der Brust versetzten Leistenwirbel beginnende abwärts laufende divergirende Strom fliesst bis unterhalb des vorderen oberen Dornes des Darmbeines und windet sich eben so, wie der bei regelmässiger Lage des Wirbels in der Leiste vorhandene divergirende aufsteigende seitliche Bauchstrom, der in der entgegengesetzten Richtung läuft. Von hier aus seinem Ende beginnen excentrisch alle sonst aus dem Leistenwirbel fliessenden Ströme.

Sind zwei Seitenwirbel eingeschaltet, so ist die Verbindungslinie zwischen dem Centrum des Achselhöhlen- und Leistenwirbels eine auf der Seitenwand des Thorax und des Bauches schlangenförmig hin und her gewundene Stromlinie, in welcher drei Kreuze und sechs divergirende Ströme vorkommen, von denen je zwei gegen einander laufen. Die Wirbel sind nur in einem sehr geringen Umfange ausgebildet und alle Ausflüsse der divergirenden Ströme von oben nach unten sehr zusammengedrückt, sonst querlaufend.

Ausser diesen Anomalien in der Wirbelbildung und den Strömen kommen noch manche andere vor, einige habe ich schon früher kurz erwähnt, hier will ich nur noch eine notiren. Auf den inneren Seitentheilen beider Waden fand ich mitten in der sich über die Wade windenden Strömung des äusseren Schenkelstromes einen unvollständig ausgebildeten convergirenden Wirbel, ein Kreuz und zwei kleine convergirende Ströme ausgebildet, welche in einer mittleren Spalte dieser Strömung lagen, die beiden seitlichen Theile strömten senkrecht auf einander, bildeten mitten in der Spalte ein Kreuz und einen ab- und aufsteigenden Strom; die hierdurch aufwärts abgelenkte Strömung bildete am oberen Ende dieses convergirenden aufsteigenden Stromes durch allgemeines Zusammenströmen einen convergirenden Wirbel.

Die bei Embryonen von circa $8^1/_2$ bis $13^1/_2$ Zoll Länge (vom Scheitel zur Sohle) sehr deutlichen Wirbel und Haarrichtungen erhalten sich auch bei Erwachsenen durch's ganze Leben; bei stark behaarten Menschen kann man die meisten noch deutlich auffinden, besonders bei dunkelhaarigen. An vielen Stellen werden sie weniger deutlich, weil die Härchen entweder ausfallen oder durch eine sehr feine Lanugo ersetzt sind, an anderen sind sie durch verschiedene Ursachen aus ihrer ursprünglichen Richtung gebracht. Selbst bei den behaarten Muttermälern, wo die Härchen stärker ausgebildet sind, erhält sich die ursprüngliche Richtung unverändert.

Über die Richtung der Haare habe ich bei einigen Hausthieren ebenfalls Beobachtungen angestellt und gefunden, dass die verschiedenen Haarrichtungen auch bei den Säugethieren sich immer auf die Ausbildung von mehreren divergirenden Wirbeln zurückführen lassen; es ist jedoch die Anzahl dieser Wirbel, ihre Ausbildung, ihre Lagerung, gegenseitige Begrenzung verschieden; ihre divergirenden Ströme und mannigfachen Ausströmungen, die in den Wirbelgrenzen vorkommenden Kreuze und convergirenden Ströme, so wie die Ausbildung der secundären convergirenden Wirbel unterliegen ebenfalls mannigfachen Verschiedenheiten.

Die Haarrichtung, wie sie an Hunden vorkommt, welche man leicht untersuchen kann, besonders bei den kurzhaarigen, ihre Wirbel, Ströme, Kreuze habe ich genau abgebildet und mit den an Pferden und Rindern ausgebildeten verglichen. Aus dieser Vergleichung will ich hier Einiges in Kürze skizziren. Der witternde Hund hat gleich vorn am Rücken der Nase einen divergirenden Wirbel. Die vordere Ausströmung desselben ist sehr kurz, die hintere

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

bedeckt den Kopf, beide Augenwirbel blos umfassend, bedeckt im weiteren Laufe rückwärts die ganze Wirbelsäule und endet im convergirenden Wirbel auf der Schwanzspitze.

Beim Rinde rückt der divergirende Wirbel auf dem Nasenrücken höher bis unter die Verbindungslinie beider inneren Augenwinkel: seine vordere divergirende Strömung trifft auf eine gleiche zwischen den Nasenlöchern ihr entgegen laufende, welche aus einem rudimentären Wirbel, dessen Centrum in der Nähe der Mundspalte auf der Oberlippe liegt, kömmt und macht über den Nasenlöchern das Nasenkreuz; die seitlichen Ausströmungen umfassen ebenfalls den Augenwirbel; der aufwärts laufende divergirende Strom trifft auf der Stirne auf einen ihm von hinten entgegenströmenden divergirenden Strom des Hinterhauptwirbels und macht das Stirnkreuz. Hinter den Hörnern zwischen den Ohren liegt der divergirende Hinterhauptswirbel, dessen vordere divergirende Strömung das Stirnkreuz und den vorne zwischen den Hörnern herabhängenden Haarbusch bildet; der hintere divergirende Strom fliesst am Nacken herab und bildet wieder mit dem vorwärts laufenden divergirenden Strome des Rückenwirbels ein Nackenkreuz. Dieser divergirende Rückenwirbel liegt ungefähr auf der Mitte der Rückenwirbelsäule an der Stelle, wo die längsten Stachelfortsätze sind, ist rechts gewunden; sein hinterer divergirender Strom läuft über den Rest des Rückens, über den Schweif und endigt an dessen Spitze im Haarbusch des convergirenden Schwanzwirbels.

Das edle Ross trägt auf der Stirne das Centrum eines divergirenden Wirbels, manchmal ist hier ein Doppelwirbel ausgebildet; ein divergirender Strom geht aus demselben in der Mittellinie abwärts, in einer Spaltung der seitlichen Strömung liegen die Augenwirbel, der aufwärts gehende Strom bildet oben eine convergirende Haarspitze, die mit einer ebenfalls convergirenden sehr kurzen Ausströmung aus dem vorne am Anfange der Mähne gelegenen divergirenden Hinterhauptswirbel einen kleinen kurzhaarigen convergirenden Wirbel bildet: zu beiden Seiten desselben liegen kleine Kreuze. Die aus diesem Wirbel kommende rückwärtige Ausströmung treibt die langen Haare, welche die Mähne bilden, wovon der vorderste Theil als Haarbüschel vorne zwischen den Ohren auf die Stirne fällt. Dieser rückwärtige Mähnenstrom setzt sich, kurzhaarig geworden, längs der Wirbelsäule fort und endigt in dem langhaarigen convergirenden Schweifwirbel. Die beiden Augenwirbel sind bei diesen Thieren zwischen die Ausströmungen der in der Mittellinie des Kopfes an verschiedenen Punkten derselben gelagerten divergirenden Wirbel hineingeschoben, die Abgrenzung ist nur nach vorne, innen und oben etwas deutlicher; hier stossen die Ausströmungen, die von den Wirbeln der Mittellinie kommen, mit denen aus den inneren Augenwinkeln auf einander und bilden beim Hunde und Rinde vorne und innen, beim Pferde oben und innen beiderseits ein Kreuz und zwei convergirende Ströme, nach hinten legen sich die ober- und unterhalb der Augenlidspalte verlaufenden Hälften dieser Strömungen blos an einander.

Die beiden Ohrwirbelausströmungen bedecken die Höhlung der Ohrmuschel, sie sind in dem Mittelpunkte weniger deutlich, an der Peripherie hingegen viel deutlicher; die oberen, hier vorderen Ohrkreuze, die convergirenden Randströme und der convergirende Ohrwirbel an der Spitze beider Ohrmuscheln sammt den Haarspitzen lassen sich beim Hunde, Rinde und Pferde leicht auffinden.

Die convergirenden Halswirbel mit ihren convergirenden Strömungen vom Ohre, von der Schläfe, vom Auge und Gesichte, sowie auch vom Halse und die Eindrehungen in's Centrum lassen sich beim Hunde nachweisen, beim Pferde und Rinde sind sie weniger deutlich und

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

beim Pferde habe ich manchmal anstatt zweier seitlichen convergirenden Wirbel nur einen vorne am Halse gefunden.

Die paarigen divergirenden Achselhöhlenwirbel sind bei diesen Thieren einander näher gerückt und aus den Achselhöhlen nach vorne an die Seite der Brust geschoben, wie man dieses beim Hunde und Pferde deutlich sieht; beim Hunde habe ich den linken Wirbel rechts- und den rechten linkswendig gefunden. Die queren Brustströme dieser Wirbel, die in der Mittellinie senkrecht auf einander treffen, bilden das Brustkreuz, welches beim Hunde und Pferde deutlich sichtbar ist. Die rückwärts laufenden Ausströmungen fliessen in den convergirenden Nabelwirbel, die vorderen Ausströmungen, die aufwärts steigen, treffen zu beiden Seiten der Mittellinie beim Hunde und Pferde auf Ströme, die vom Halse herabkommen, stossen hiemit auf einander, und aus einander weichend bilden sie hier beiderseits ein Kreuz und einen aus- und einwärts laufenden convergirenden Strom. Da, wo die einwärts laufenden Ströme in der Mittellinie sich begegnen, entsteht durch allgemeines Zusammenströmen ein convergirender Wirbel. Die Strömungen aus diesen Achselwirbeln, welche den Humerus umgreifen und auf den vorderen Extremitäten abwärts laufen, bilden auf dem Olekranon beim Hunde einen deutlichen convergirenden Ellbogenhöckerwirbel, welcher beim Pferde und Rinde, wo das Olekranon mehr in einer Hautfalte verborgen liegt, nicht ausgebildet ist; beim Hunde habe ich den convergirenden Ulnarstrom ebenfalls deutlich ausgebildet gesehen.

Die den beiden Leistenwirbeln analogen, für die hinteren Extremitäten bestimmten Wirbel sind beim Pferde deutlich auf der Hautfalte ausgebildet zu sehen, die von den Flanken zum Knie übergeht. Vom Centrum eines jeden dieser Wirbel geht ein divergirender Strom aufwärts, nach vorne und hinten bogenförmige Ausströmungen aussendend, und trifft oben auf den Rückenstrom, wo man ein deutliches Kreuz sieht. Beim Rinde und Hunde habe ich diese Wirbel weniger deutlich ausgebildet gefunden und bei letzterem rückt er einwärts in die Leiste, seine vorderen Ausströmungen fliessen dem Nabelwirbel zu. Ein convergirender Penis-Wirbel ist beim Hunde und Rinde ebenfalls deutlich ausgebildet. Beim Hunde kommen noch ausserdem auf beiden Sitzknorren deutliche convergirende eingerollte Wirbel vor, bei kurzhaarigen Hunden kann man die in dieselben einfliessenden Strömungen deutlich verfolgen, bei langhaarigen machen die eingerollten langen Haare divergirend aussehende Wirbel. Die sich einrollenden Strömungen kommen vom Damme, vom Rücken und von der äusseren Fläche der Hüfte und des Oberschenkels. Bei menschlichen Embryonen habe ich nach diesen convergirenden Wirbeln der Sitzknorren gesucht, sie aber bis dato nicht gefunden. Beim Rinde kommen sie schwächer ausgebildet vor, sind aber tiefer und mehr einwärts gerückt.

Es wäre interessant, die Haarwirbel, ihre secundären Bildungen, ihre Anzahl, verschiedene Lagerung, Ausbildung in's Detail bei den verschiedenen Thieren zu verfolgen und durch Abbildungen zu erläutern, weil sich daraus (wie ich beim Menschen zeigen werde) Schlüsse auf den verschiedenartigen Wachsthum der Oberfläche des Thierkörpers machen lassen, welcher wieder in der ungemein mannigfaltigen Architektonik, die beim Baue der verschiedenen Thierkörper angewendet ist, seine Begründung findet.

Dass die Richtung der Federn an der Oberfläche der Vögel gleichfalls auf Wirbel sich zurückführen lasse, fliesst schon aus meinen bisherigen hierauf bezüglichen Untersuchungen, die ich noch nicht habe beendigen können. Für's erste stellt sich heraus, dass die Anzahl der divergirenden Wirbel sammt ihren secundären Bildungen, welche zur Bekleidung

der Oberfläche der Vögel verwendet ist, geringer sei als bei den Säugethieren, denn es dienen zur Umhüllung von Kopf, Hals und Körper des Vogels, die zusammen, den Schnabel voran, die Luft beim Fluge zu durchschneiden bestimmt sind, nur die Ausflüsse von einem Wirbel, in dessen Centrum der Schnabel liegt. Die Augen und Ohren liegen nur in Spalten von divergirenden Strömen. Der Schweif ist der convergirende Wirbel dieses Kopf- oder Körperwirbels; dieser convergirende Wirbel ist aber entweder von oben nach unten oder von beiden Seiten flachgedrückt und dabei noch sonst verschiedenartig gestaltet. Zur Bedeckung der Flügel dient je ein dem Achselhöhlenwirbel analoger Wirbel mit seinen Ausflüssen, und zur Umhüllung der Füsse wieder jederseits einer, der dem Leistenwirbel entspricht; mithin im Ganzen nur fünf divergirende Wirbel bei den meisten Vögelgattungen, nur bei einigen kommen noch zwei Augenwirbel hinzu, die bei den Eulen, z. B. bei *Strix flammea*, sehr schön und gross ausgebildet sind. Die ganze Augenlidspalte macht hier das Centrum und der divergirende Wirbel ist rings um das Auge gleichmässig ausgebildet. In der Mittellinie liegen die Peripherien beider Augenwirbel an einander; weniger deutlich sind die Augenwirbel bei den Falken, Adlern, Geiern, nur nach vorne ist der Wirbel deutlicher; vom inneren Augenwinkel läuft ein divergirender Strom vorwärts, mit seinen bogenförmigen Ausströmungen die Augenlidspalte umfassend. Das Plattgedrücktsein, welches ich beim convergirenden Schweifwirbel gefunden habe, finde ich an den Ausströmungen der divergirenden Wirbel, welche die Flügel bekleiden, wieder, und der convergirende Ellbogenhöckerwirbel ist ebenfalls hier plattgedrückt wie die ganze Strömung; auch die zusammengelegten Flügel liegen am Körper, demselben gleichsam angedrückt. Zum Beweise, dass sich auch die secundären Bildungen der divergirenden Federwirbel, als: divergirende Ströme, convergirende Ströme mit ihren Kreuzen, und die convergirenden Wirbel nachweisen lassen, lasse ich hier die Beschreibung und den Vergleich der Lagerung der Federn am Flügel der Vögel mit der Haarrichtung der oberen Extremität des Menschen, wie ich sie hier gefunden habe, folgen. Am vorderen Rande des Flügels liegen die kleinen Federn in einem divergirenden Strome, welcher dem inneren Armstrome entspricht, und so wie aus diesem Strome sich die Ausflüsse in Bogenkrümmungen auf die innere und Rückenfläche begeben, eben so ordnen sich auch die vom vorderen Rande kommenden Federn auf der äusseren und inneren Fläche des Flügels. Die Hauptrichtung der Haare ist an der äusseren Fläche des Oberarms schräg ab- und rückwärts, und am Vorderarm die quere vom Armspindel- zum Ellbogenrande hin mit der Neigung zum Olekranon; eben so schräg sind auch die grossen Schwungfedern und auch die kleinen Federn auf dem *Os brachii* und quer auf dem Radius und der Ulna gelagert und befestigt. In derselben queren und schrägen Richtung liegen auch die Federn am Metacarpus und auf den Phalangen-Knochen der Vögel, und vergleicht man hiemit die Haarrichtung auf der Mittelhand und die Richtung der Härchen auf der Rückenfläche der mittleren Abtheilungen der Fingerglieder, so sieht man, dass sie ebenfalls grösstentheils quer ist, indem die Härchen vom Armspindel- zum Ellbogenrande hin laufen. An der inneren Fläche der Flügel liegen und lagern sich beim Ausbreiten der Flügel die grösseren und kleineren Federn in ähnlicher, theils schräger, theils querer Richtung, wie sie an der äusseren geordnet sind. Am Oberarm findet man den absteigenden convergirenden äusseren Armstrom und am Vorderarm den convergirenden ab- und aufsteigenden Ulnarstrom, das Ulnarkreuz, und am Oberarm den Ellbogenhöckerwirbel. Analoga für diese Ströme, Kreuze und Wirbel findet man am hinteren zugeschärften Rande des Flügels ebenfalls, welcher durch das An- und Aufeinanderliegen

der Fahnenspitzen sowohl der Federn, welche die Rückenfläche, als auch derjenigen, welche die innere Fläche bedecken, gebildet wird; denn es neigen sich die Federn, welche den Oberarm aussen und innen decken, mit ihren Spitzen zum Olekranon und repräsentiren den absteigenden äusseren Oberarmstrom. Das Analogon für den aufsteigenden Ulnarstrom findet man durch die Fahnenspitzen am hinteren Rande des Vorderarms des Flügels erzeugt, die zum Olekranon sich neigen — so entsteht am Olekranon ein convergirender Federwirbel. In der Fortsetzung des hinteren Randes des Flügels, da wo nach vorne der Carpus liegt, ist im hinteren eingeknickten Rande das Ulnarkreuz, und das Ende des hinteren Randes des Flügels, von den Federn, welche den Metacarpus und die Phalangen bekleiden, erzeugt, entspricht dem absteigenden convergirenden Ulnarstrome.

Ein ähnlicher Vergleich lässt sich für die unteren Extremitäten aufstellen und en detail durchführen. Ich will hier nur erwähnen, dass der aus dem Leistenwirbel kommende divergirende Strom vorne über die Extremität herabläuft und mit seinen Ausströmungen die äussere und innere Fläche des Ober- und Unterschenkels umgreift und bedeckt und hinten wieder einen convergirenden Strom bildet. Bei einigen Vögelgattungen hört das Gefieder hier auf, bei anderen setzt sich der Strom über den Metatarsus, denselben ebenfalls umhüllend fort, wie bei den Adlern, Falken, den Eulen; und man findet an der dem Fersenhöcker entsprechenden Erhabenheit, die rückwärts stark hervorragt, einen convergirenden Wirbel. Bei *Tetrao tetrix* und bei *Tetrao lagopus* spaltet sich dieser divergirende Strom in seiner Fortsetzung auf die Zehen in drei Ströme, welche den Rücken der Phalangen bedecken; es ist jedoch die Befiederung an den äusseren Zehenrändern länger als an den inneren. Bei einer Spielart der *Columba domestica*, wo die Befiederung ebenfalls bis auf die Zehen reicht, liegen die hier langen Federn auf den Phalangen quer, mit den Spitzen auswärts gerichtet, wie die Härchen auf dem Rücken der Zehen des Menschen.

Betrachtet man bei den übrigen Thierclassen die Anordnung der Analoga für die Haare der Säugethiere, so sind mir die Stacheln der Echinodermen auf der kugeligen Oberfläche der *Echinoïdea* als ebenfalls in Wirbel geordnet aufgefallen, besonders bei einem, den ich bei Professor Oskar Schmidt zu sehen Gelegenheit hatte, dem *Schizaster canaliferus* aus Triest, dessen Stacheln fein, haarähnlich sind. Sie sind auf den Schildern der Kugelschale in deutliche divergirende Wirbel geordnet, deren Ausströmungen nicht gleich lang sind; manche dieser Ausströmungen sind zu divergirenden Strömen ausgebildet. Die Form der Schilder ist verschieden und ist aussen durch deutliche Zwischenräume angedeutet; ich habe auf der kugelförmigen Oberfläche circa acht divergirende Wirbel gezählt. In den Furchen, welche die Grenzen der Wirbel andeuten, findet man convergirende Ströme, und an der Mund- und Afteröffnung wird durch allgemeine Convergenz der Stacheln ein convergirender Mund- und Afterwirbel erzeugt.

Ob die verschiedengestalteten Analoga für die Haare der Säugethiere, welche man an der Hautbedeckung der anderen Thierclassen noch findet, in ihrer Anordnung auf der Oberfläche dieser Thiere ebenfalls in Wirbel geordnet sind, diese Frage müssen erst weitere Untersuchungen entscheiden.

Wer diese meine Beschreibung und meine Abbildungen über die Anordnung der Haare in mehrere divergirende Wirbel sammt ihren einfachen und divergirenden Ausströmungen und ihren secundären Bildungen, als: Kreuzen, convergirenden Strömen und convergirenden Wirbeln mit der von Professor Eschricht gegebenen Beschreibung und seinen Abbildungen

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

vergleicht, wird gleich und leicht herausfinden, worin ich übereinstimme, worin ich abweiche, und mithin, worin meine Berichtigungen und Ergänzungen bestehen, und was ich Neues bringe.

ERKLÄRUNG DER VERSCHIEDENEN HAARRICHTUNGEN, DIE DEN DIVERGIRENDEN WIRBELN ENTSTRÖMEN.

Es hat, wie ich in der Einleitung kurz erwähnt habe, bereits Professor Eschricht auch eine Erklärung des Phänomens der verschiedenen Haarrichtungen auf der Oberfläche des menschlichen Körpers zu geben versucht und es sich, wie er sagt, sehr angelegen sein lassen, die Bedeutung dieses Phänomens zu erforschen. Mit den Ausdrücken der Attraction und Repulsion, die man gewissen Punkten des Körpers für die Haarspitzen zuschreibt, lässt sich allerdings die Richtungsverschiedenheit in ihrem ganzen Detail erklären; es ist aber offenbar damit nichts gewonnen, so lange es sich nicht zugleich nachweisen lässt, was das eigentlich Bestimmende dabei ist. Im Suchen nach einer Erklärung hebt er hervor, „dass die anziehenden Punkte und Linien (die convergirenden Ströme bezeichnend) die mehr erhabenen Stellen der Oberfläche sind, zumal solche, an denen das Skelet etwas schärfer hervorsteht (Ellbogen, Ulna, Tibia, Augenbrauen, Rückgrat), und wo die Haut von demselben stärker gedrückt wird"; weiter bemerkt er, „dass mehrere dieser Stellen solche sind, die sich beim Fötus zuletzt verschliessen (*Linea alba* mit *Umbilicus*, unterer Rand des Penis, Halsbiege, auch noch die Seitentheile des Filtrum auf der Oberlippe)". Er versucht ferner die verschiedenen Haarrichtungen mit der Gefässverbreitung in Verbindung zu bringen, steht aber wieder davon ab, „weil der Typus der Haarströmung überhaupt dem Typus der Gefässverbreitung sonst gar nicht entspricht"; auch die Regel der sich später schliessenden Hautstellen verwirft er, weil sie sich „nicht an den Säugethieren bestätigt, was sie doch nothwendig müsste, wenn die Hypothese haltbar wäre". Er beschliesst seine Abhandlung mit der nachfolgenden Erklärung: „Man muss also meines Erachtens das Phänomen dahin beschränken, dass die Richtungen der Haare am Menschen sowohl wie in dem Thierreiche überhaupt einem ziemlich bestimmten Typus folgen, der am Fötus zwar am deutlichsten ist, sich aber zeitlebens nie verliert; dass ferner dieser Typus für jede Thierspecies ziemlich verschieden ist, im Ganzen aber wenigstens in so fern übereinstimmt, dass an jedem cylinderförmigen Theile die Haarspitzen den schärferen Hervorragungen entgegen geneigt sind und dadurch eine einzelne oder doppelte Convergenz bilden (ein oder zwei Ströme), je nachdem ihr Umfang kleiner (Unterarm und Anticrus, Hals) oder grösser (Truncus, Schenkel, Schulter) ist. Ich rechne das Ganze nur zu der sich überall in der Natur kundthuenden Regelmässigkeit in der räumlichen Anordnung der Theile".

Ich habe, wie aus meiner Beschreibung der verschiedenen Haarrichtungen hervorgeht, vorerst die verschiedenen Haarrichtungen auf die Anordnung in mehrere divergirende Wirbel reducirt und die convergirenden Ströme, Kreuze und convergirenden Wirbel in die Wirbelgrenzen verlegt. Zur Erklärung der Ausströmungen aus den divergirenden Wirbeln sowohl der einfachen als auch der divergirenden Ströme benütze ich nun folgende Data der Entwickelungsgesetze des Hautorgans selbst und der Entwickelungsgesetze des in Tiefe liegenden Skelets und der zwischenliegenden Weichtheile.

1. Die Haarkeime für die Wollhaare erscheinen am Ende des dritten und zu Anfang des vierten Monats beim menschlichen Embryo. Diese kegelförmigen Haaranlagen stehen

im Anfange der Bildung senkrecht auf der Hautfläche und sind von einer ziemlich dicken und festen Epidermis-Schichte bedeckt. Diese Epidermis-Schichte löst sich durch Fäulniss los und kann als gleichmässiges Epidermoidal-Häutchen abgelöst werden, was ich öfter gesehen und gethan habe; unter demselben liegen erst die Haarkeime. Eschricht berichtet, dass Ybsen diesen häutigen Überzug, den er durchaus zusammenhängend abziehen konnte, für eine Fortsetzung des Amnion und mithin als eine eigene ausserepidermatische Schichte ausserhalb der Haare halte, die später im Fötus-Leben verschwindet.

2. Während des Wachsthums dieser Haaranlagen, wo dieselben sich verlängern und mehr zuspitzen, können dieselben nicht mehr senkrecht auf der Haut stehen bleiben, sondern müssen sich immer mehr neigen und mit ihren Spitzen jener Richtung folgen, in welcher die Haut, ihren eigenen Wachsthumsgesetzen, den Wachsthumsgesetzen der Oberfläche und der unterliegenden Theile folgend, stärker gedehnt wird, und in welcher Richtung hin sie wachsen und sich vergrössern muss.

3. Die Haarspitzen aber müssen dieser Richtung folgen, weil ihre Spitzen von dieser ziemlich dicken und festen Epidermis-Schichte bedeckt sind und nicht frei auf der Oberfläche stehend ihre senkrechte Richtung behaupten können und weil die Haut an ihre Unterlage nicht gleichmässig locker, sondern verschieden fest angeheftet ist.

4. Die Richtungslinien des Wachsthums der Oberfläche des menschlichen Körpers werden keine geraden, sondern müssen krumme, mannigfach geschwungene Linien sein, weil dieselben die Resultirenden aus einem sehr complicirten Wachsthume sind, und zwar: aus dem Wachsthume in die Länge, Breite und Tiefe der Theile, die unterhalb der Haut und in der Tiefe liegen und zugleich aus dem Wachsthume der Haut selbst, welche auf der mannigfaltig gewölbten, gehöhlten und sonstig gekrümmten Oberfläche des menschlichen Körpers liegend nicht blos in zwei, sondern auch in drei Dimensionen gedehnt wächst. Daraus lassen sich nun die geschwungenen Haarrichtungslinien erklären.

5. Aus diesem Bedeckt- und Eingewachsensein der Haarkeime lassen sich noch folgende Bildungsvorgänge derselben erklären, nämlich: das geringe Hinabrücken der Haarpapillen der Wollhaare in die Haut und das starke Hinabsinken der Haarwarze der grösseren Haare. Denn dadurch, dass die eingewachsenen Haarspitzen nicht herausrücken können, wird der durch Nachwuchs immer stärker werdende Haarschaft nach der Stärke der Haare die Haarwarze immer tiefer in die Haut hineindrücken, und bei den grossen Haaren wird die Haarpapille durch die ganze Dicke der Lederhaut bis in die Schweissdrüsenschicht hineingedrückt. Dasselbe Umwachsensein und Festwachsen des Nagels mit der früheren Epidermislage dient zur Ausbildung des Nagel-Follikels, indem die Nagelwurzel sich ebenfalls in die Haut hineindrückt; bei den Krallen, Klauen und den Hufen findet dasselbe Statt.

6. Auf die Richtung, in welcher die Haut vor dem Erscheinen der Haarkeime (mithin bis Anfang des vierten Monats) wächst, muss man bei der Erklärung der Haarrichtungen ebenfalls Rücksicht nehmen, weil viele der Normen, die dabei gewaltet haben, noch während der Haarbildungsperiode fortwirken.

Betrachten wir vorerst noch die Stellen, auf welchen die divergirenden Wirbel ausgebildet sind, und hierauf diejenigen, auf welchen die convergirenden Wirbel vorkommen.

Die Hautstellen, auf welchen divergirende Wirbel sich ausbilden, sind Stellen, die während des Wachsthums der übrigen Haut verhältnissmässig am ruhigsten

bleiben (wie z. B. der Scheitel), oder wenn sie sich auch etwas verschieben (wie z. B. die beiden inneren Augenwinkel, die beiden Eingänge in den äusseren Gehörgang, die beiden Achselhöhlen und die Leisten), so ist ihr Verschieben jedenfalls sehr gering im Vergleiche zu dem der anderen Hautstellen.

Die Hautstellen hingegen, auf welchen convergirende Wirbel ausgebildet vorkommen, sind entweder Stellen, die in der früheren Entwickelungsperiode ganz offen waren oder noch einen Canal einschliessen (wie z. B. der Penis, der Nabel, die Stelle des seitlichen Halswirbels in der Unterohrgrube, wo früher eine Schlundspalte war, auch die Stelle des vorderen Kopfwirbels war früher offen) oder es sind Stellen, die hervorragende Knochen (Knorpel) decken, die stark wachsen: Steissbein, Ellbogenhöcker (bei Thieren die Spitze des Ohrknorpels), mithin alles Stellen, zu welchen hin zur Zeit der Haarbildung eine Dehnung der Haut noch stattfindet oder früher statt hatte.

Die Grenzlinien zwischen den einzelnen divergirenden Wirbeln, in welchen die Kreuze sich bilden und die convergirenden Ströme laufen, bezeichnen lauter solche lineare Hautstellen, gegen welche die Haut ebenfalls gedehnt wird und wächst. Ein Theil der Grenzlinien der paarigen, über einander liegenden, divergirenden Wirbel fällt in die Mittellinie des Körpers, welche vom vorderen Ende der Kopfwirbelsäule anfängt und bis zum unteren Ende der Rückenwirbelsäule reicht und welche in der frühesten Entwickelungsperiode offen war. Der andere Theil läuft längst den Seitentheilen der Rückenwirbelsäule. Die horizontalen Grenzlinien der über einander liegenden divergirenden Wirbel scheiden vorne den Kopf vom Gesichte (liegen in den Augenbrauen) und den Gesichtstheil des Kopfes vom Halse (laufen längs des Zungenbeines), hinten den Kopf vom Nacken und unten die obere Körperhälfte von der unteren. Die Grenzlinie um die paarigen Ohrwirbel läuft längs der Peripherie des natürlichen Hörrohres, und an den Extremitäten bezeichnen die Grenzlinien die Richtungslinien, gegen welche die Dehnung und das Wachsen der Haut stattfindet.

Die Hautstellen in den Grenzlinien, auf welchen Kreuze sich ausbilden, sind verhältnissmässig ruhende Stellen, während die linearen Hautstellen, auf welchen convergirende Ströme ausgebildet vorkommen, während des Wachsthums gedehnt werden.

Das Entstehen der Kreuze in den Grenzlinien der divergirenden Wirbel wird aus dem Auseinanderweichen der Zuglinien an diesen Stellen leicht erklärt, welches Auseinanderweichen wieder in einer Verlängerung der Stücke dieser Grenzlinien, in welchen diese Kreuze vorkommen, mit Rücksichtnahme des Wachsthums der unterhalb dieser Hautstellen liegenden Weichgebilde und der Knochen seine Begründung findet. Das Einschalten eines anderen divergirenden Wirbels in die Spalte einer Strömung eines anderen Wirbels, auch das Sichhineindrängen eines divergirenden Stromes in die Strömung eines zweiten Wirbels erzeugt Kreuze.

Die Anwendung des Gesagten auf die einzelnen divergirenden Wirbel zur Erklärung ihrer einfachen Ausströmungen und ihrer divergirenden Ströme, ihrer Kreuze und convergirenden Ströme lasse ich hier nachfolgen.

Am Kopf oder Scheitelwirbel wird die Haut excentrisch gedehnt und wächst eben so vom ruhenden Scheitel ringsum abwärts, und zwar: nach vorne gegen die bestimmte, wenn auch abwärts weichende Grenze der Augenbrauen; an den Seiten vor und hinter dem

Ohre und hinten in den Nacken gegen die Grenzlinie zwischen Kopf und Rückenwirbelsäule, so wie längs derselben abwärts. Diesem Zuge folgen die Haarspitzen und es bilden sich nach vorne der mittlere und die zwei seitlichen Stirnströme aus, deren Scheidegrenze durch das Breiterwerden der Stirne entsteht; durch dieses Breiterwerden entsteht auch in der Augenbraue das Augenbraukreuz, und durch das Hinziehen der Haarspitzen in der Grenze zur Mittellinie und nach aussen bilden sich seine zwei convergirenden Ströme und der convergirende vordere Kopfwirbel. Die seitlichen Ausströmungen werden beiderseits durch das Einschalten des divergirenden Ohrwirbels in die Strömung getrennt. An der Trennungsstelle bildet sich das Oberohrkreuz. Der vordere Theil der Strömung wird als Schläfenstrom vor dem Ohre abwärts bis in den convergirenden Halswirbel hineingezogen. Die hintere Abtheilung, welche als hinterer Ohrstrom die hintere Fläche des Ohrknorpels bedeckt, wird mit seinem Wachsthume bis an seinen Rand gezogen, wodurch der convergirende Ohrmuschelrandstrom sich ausbildet. Zwischen den Rest der Ausströmung: den unteren Ohr- und mittleren Nackenstrom, welcher im weiteren Laufe zum Rückenstrome wird, drängt sich der divergirende, schräg aufsteigende, seitliche Halsstrom hinein und bildet dadurch das Nackenkreuz und seine zwei convergirenden Ströme, während der untere Ohrstrom in den convergirenden Hals-, und der Rückenstrom in den convergirenden Steisswirbel gezogen wird.

Bei den paarigen Augenwirbeln übersteigt die Dehnung und der Wachsthum ab- und auswärts jenen auf- und einwärts, weil das Centrum des Wirbels, der innere Augenwinkel, von der Mittellinie und der Augenbraulinie nur wenig wegrückt, die Grenzen ab- und auswärts aber weiter sich entfernen und in den convergirenden Halswirbel hineingezogen werden. Desshalb sind diese Wirbel excentrisch. Durch das Breiterwerden des Stirnbeines und das Auswärtsrücken des *foramen supraorbitale* spaltet sich die Augenbrauströmung dieses Wirbels und trägt zur Bildung der Augenbraue, des Augenbraukreuzes und seiner beiden convergirenden Augenbrauströme nebst dem convergirenden vorderen Kopfwirbel bei. Auf der Nasenwurzel entsteht wieder eine Spaltung der zweiten Ausströmung des Augenwirbels und es bildet sich hier das Nasenwurzelkreuz und seine zwei convergirenden Ströme, weil die *pars nasalis ossis frontis* länger wird und die *ossa nasalia* abwärts wachsen und die Haut sammt den Haaren diesem Zuge folgt. Der in der Augenlidspalte liegende divergirende Augenspaltenstrom verlängert sich wie die Augenlidspalte nach auswärts. Die Haut, auf welcher die Wangen-, Backen- und seitlichen Nasenströme ausgebildet sind, wird zum convergirenden Halswirbel am stärksten gezogen, desshalb laufen diese Ströme schräg und sind die längsten. Der Wachsthum und Zug der Haut über die Nase, die Ober- und Unterlippe, so wie über das Kinn zum Zungenbeine abwärts zu beiden Seiten der Mittellinie bedingt das Längerwerden des convergirenden Gesichtsstromes, das Aneinanderlegen seiner Haarrichtungen im Laufe abwärts, das Überspringen der Nasenöffnungen und der Mundspalte. Das Breiterwerden des Halses zwischen beiden convergirenden Halswirbeln bewirkt den Zug auswärts, durch welchen das Zungenbeinkreuz und seine beiden convergirenden vorderen queren Halsströme gebildet werden.

Die beiden Ohrwirbel sind gleichfalls excentrisch, weil der, wenn auch gefaltete Ohrknorpel rück- und aufwärts stärker wächst als nach vorne und unten, und weil die Haut, welche die gefaltete Trichterfläche desselben überkleidet, sammt ihren Haaren diesem Wachsthume und Zuge folgend, zur Peripherie hin sich vergrössert. Das Weichen beider Mittelpunkte der Ohrwirbel durch das Wachsthum der Schädelknochen nach aussen hat auf die Ausdehnung

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

der Ausströmungen der Ohrwirbel nur nach vorne Einfluss. Das stärkere Wachsthum des Ohrknorpels und seiner Haut aufwärts macht, dass sich aus dem *meatus auditorius externus* ein aufwärts steigender Strom bildet, der oben über den Rand der Helix strömt, hier durch den Wachsthumszug der Haut nach vor- und rückwärts sich spaltet, die zweite Hälfte des Oberohrkreuzes und den convergirenden vorderen Ohr- und den Ohrmuschelrandstrom bilden hilft. Auf der Haut vor dem Anfange der Windung und vor dem Bock bildet sich aus den vorderen Ausflüssen des Ohrwirbels die vordere Ohrströmung, weil die Haut durch das Breiter- und Längerwerden des Gesichtes hier stärker nach vor- und abwärts gezogen wird. Durch das Ausbilden und Längerwerden des Winkels des Unterkiefers und durch den Zug der ihn bedeckenden Haut zum convergirenden Halswirbel, wo einst die Schlundspalte war, bildet sich die Spitze dieser vorderen Ohrströmung, welche dem convergirenden Halswirbel zufliesst.

Complicirter ist der Vorgang bei den Extremitätswirbeln. Die Theile ihrer Haut, welche zur Bedeckung und Einhüllung des Stammes dienen, sind in der Medianlinie vorne und unten verwachsen und weichen nicht; hinten haben sie mittelst der Hautpartie, auf welcher der Rückenstrom des Scheitelwirbels ausgebildet ist, an den Seiten der Rückenwirbelsäule ebenfalls eine feste, wenig weichende Grenze, und da der Thorax während der Haarentwicklungsperiode durch die stärkere Entwickelung beider Lungen aus der embryonalen Cylinderform immer mehr in die eines verschmolzenen Doppelcylinders übergeht und auch der Bauch und das Becken durch die Entwickelung der Bauch- und Beckenorgane seitlich breiter werden, so wird die Seitenlinie des Stammes von der Mittellinie desselben immer weiter auswärts gedrückt, mithin wird die Haut von jeder Seitenlinie aus nach einwärts sowohl an der Vorderseite, als auch auf der Rückenfläche des Stammes gedehnt und wächst zur Mittellinie, welcher sich demnach auch die Haarspitzen der Ausströmungen der Achselhöhlen, Leisten- und der etwaigen eingeschalteten Seitenwirbel zuneigen werden.

In jeder dieser Seitenlinien des Stammes wird die Haut durch die Verlängerung des Stammes beim Wachsthume vom Achselwirbel abwärts und vom Leistenwirbel aufwärts gedehnt; dieses Dehnen ist die Veranlassung, dass aus dem Achselhöhlenwirbel ein absteigender divergirender seitlicher Bruststrom, und aus dem Leistenwirbel ein aufsteigender seitlicher Bauchstrom, und da, wo diese beiden Ströme auf einander treffen, ein Seitenkreuz mit seinen zwei convergirenden Grenzströmen sich ausbilden. Ist zwischen diesen beiden Wirbeln ein divergirender, oder sind sogar zwei divergirende Wirbel eingeschaltet, so entsteht aus jedem Centrum dieser Wirbel durch den Wachsthumszug nach auf- und abwärts ein auf- und ein absteigender divergirender Strom und da, wo diese divergirenden Ströme auf einander stossen, auch ein oder zwei Seitenkreuze. Die nach rückwärts gezogenen seitlichen Ausströmungen aus diesen divergirenden Strömen bilden, mit ihren Haarspitzen sich abwärts neigend, die eine Hälfte des absteigenden convergirenden seitlichen Rückenstromes. Die nach vorne durch den Zug zur Mittellinie sich wendenden überspringen den Brustwarzenhof und da der Stamm auch in die Länge wächst, so werden sie aus dem queren Laufe auch abwärts gezogen und bilden in der Mittellinie aus derselben Ursache durch gemeinschaftliches Zusammenströmen um den Nabel den convergirenden Nabelwirbel und die in ihn einmündenden convergirenden Ströme, die ebenfalls ihm zuströmend in die Länge wachsen. Diese sind: der absteigende Brust- und Bauchstrom und in der Regel zwei seitliche, schräg abwärts gerichtete Wirbelgrenzströme nebst dem aufsteigenden convergirenden Bauchstrome. Unterhalb desselben liegt das Bauchkreuz, dessen Bildung hier in der Mitte zwischen Nabel- und Schambeinvereinigung ebenfalls

aus der durch das Wachsthum bewirkten Dehnung der Mittellinie sich erklärt. In dieser Dehnung findet die Ausbildung des vom Bauchkreuz abwärts laufenden absteigenden Bauchstromes, welcher dem Penis-Wirbel zufliesst, gleichfalls ihre Begründung.

Demzufolge werden aus beiden Achselhöhlenwirbeln ausser den beschriebenen absteigenden divergirenden seitlichen Brustströmen, mit diesen jedoch noch in Verbindung die breiten queren Brustströme, in der Zug- und Verbindungslinie beider Achselhöhlen sich ausbilden, und da wo dieselben in der Mittellinie auf einander treffen, entsteht das Brustkreuz; die abwärts gezogenen Ausflüsse dieser queren Strömung bilden den vom Brustkreuz abwärts laufenden absteigenden convergirenden Bruststrom.

Die Hautpartie, welche den Hals rechts und links vorne, an den Seiten und hinten umhüllt, ist in der Median-Linie verwachsen, nach oben auf dem Zungenbein, und an den Seitentheilen des Nackens mit der Haut des Gesichts- und Scheitelwirbels verschmolzen. Da die Halswirbelsäule und die Weichgebilde vorne durch das Wachsthum sich verlängern, so wird die Haut über das Schlüsselbein aufwärts zum Zungenbeine, zum convergirenden Halswirbel und zu den Seitentheilen des Nackens auf- und auswärts, nur hinten abwärts gezogen. Diesem Zuge folgend wenden sich die oberen Ausflüsse des queren Bruststromes über das Schlüsselbein aufwärts, ihre Haarspitzen convergiren anfangs in der Mittellinie, legen sich dann an einander, bilden den convergirenden, vom Brustkreuz aufsteigenden Brust- und Halsstrom, und am Zungenbeine angelangt werden sie durch das Breiterwerden des Halses von der Mittellinie abgelenkt; so entsteht hier das Zungenbeinkreuz und seine zwei convergirenden Ströme, welche nebst der aus- und aufwärts in die Unterohrgrube hin sich noch verlängernden und einrollenden aufsteigenden Strömung im convergirenden Halswirbel ihr Ende finden. Die nächste, schräg über den *sterno-cleido-mastoideus* aufsteigende Strömung bildet sich zum divergirenden seitlichen Halsstrome aus, dessen Spitze sich zwischen den Rücken- und Unterohrstrom des Scheitelwirbels eindrängt, und auf den Seitenwülsten des Nackens das Nackenkreuz bildet. Die Spitzen der oberen Ausflüsse aus diesem divergirenden Strome werden von dem quer um die obere Seite des Halses laufenden unteren Ohrstrome abgelenkt und laufen nun als convergirender querer seitlicher Halsstrom in den convergirenden Halswirbel hinein, während die unteren Ausflüsse, dem Seitenrande des Rückenstromes angelegt, abwärts gebogen werden und so den oberen Theil des convergirenden seitlichen Rückenstromes bilden.

Die Haut, welche die obere Extremität einhüllt, wird beim vorwaltenden Wachsthume der Extremitäten in die Länge, auch vorwaltend in die Länge gedehnt und wächst dem entsprechend in dieser Richtung. An der Schulter jedoch waltet der durch das Breiterwerden des Thorax und die Entwickelung der Schulter bedingte quere Zug vor, der sich zu dem am Halse vorwaltenden Zuge auf- und auswärts hinzugesellt; daraus lassen sich nun die Richtungen der ferneren Ausströmungen des Achselhöhlenwirbels erklären, und zwar: die der divergirenden vorderen und hinteren Schulterströmung, welche sich nach auf- und auswärts wenden und die Schulter vorne und hinten umströmen; ferner die des vorderen und hinteren queren Schulterstromes, welche den Delta-Muskel quer umfassen und aussen, da wo sie wieder auf einander stossen, das Delta- oder Schulterkreuz und den aufsteigenden convergirenden Schulterstrom bilden, der hinten durch den dort überwiegenden Zug zum queren Rückenstrome wird und dann abwärts gezogen in dem seitlichen Rückenstrome endet.

Zur Erklärung der letzten Ausflüsse des Achselhöhlenwirbels und seiner secundären Bildungen, als: des convergirenden Ellbogenhöckerwirbels, des Ulnar- und Radialkreuzes und der convergirenden Ströme muss man nebst dem vorwaltenden Wachsthumszuge der Haut in die Länge auch die Modificationen desselben an den einzelnen Abtheilungen der oberen Extremität durch das Wachsthum der Theile in der Tiefe in Rechnung bringen. Alle Röhrenknochen wachsen von dem zuerst verknöchernden Mittelstück zu ihren beiden Endtheilen hin; die langen Muskeln der Extremitäten eben so von der Mitte, wo die Gefässe und Nerven eintreten, zu den Endtheilen hin, die befestigt sind. Demgemäss wird daher auch das vorwaltende Wachsthum der Haut in die Länge so modificirt, dass die Haut, welche die mittleren Theile der einzelnen Abtheilungen der oberen Extremität deckt, auch zu den beiden Endtheilen hin gezogen wird und wächst. Daraus lassen sich nun die Haarrichtungen auf der Haut des Ober- und Vorderarmes und der Hand erklären. Die zu beiden Seiten den inneren Armstrom begleitenden Ausströmungen vereinigen sich mit den abwärts sich wendenden Ausflüssen des vorderen und hinteren queren Schulterstromes, umgreifen von innen aus den Oberarm vorn und hinten und bilden an der äusseren Fläche desselben den äusseren herabsteigenden convergirenden Armstrom. Das Ende dieses Stromes und die Enden dieser Strömungen wenden sich mit dem Wachsthume des unteren Endes des Oberarmes zum Ellbogengelenk hin, dem Ellbogenhöcker zu, convergiren und winden sich in den convergirenden Ellbogenhöckerwirbel hinein. Die seitlichen Ausflüsse des divergirenden inneren Armstromes, der am Vorderarm in der Armspindelfurche herabläuft, hüllen den Vorderarm ein; die vorderen gelangen über den Radialrand des Vorderarmes an die Rückenfläche, während die hinteren die innere Fläche desselben bedecken; sie umfassen so den breiten Vorderarm in Bogenkrümmungen, kommen am Ulnarrande wieder zusammen und werden durch das Wachsthum des oberen Endes des Vorderarmes zum Ellbogengelenke hin aufwärts in den Ellbogenhöckerwirbel gezogen und bilden nebstbei den aufsteigenden Ulnarstrom, der ebenfalls in diesem Wirbel endet; so wird am Ellbogenhöcker durch den allgemeinen convergirenden Zug der Ellbogenhöckerwirbel ausgebildet.

Am Ulnarrande des Vorderarmes, da wo in der Tiefe die noch weichen unteren Theile der Vorderarmknochen und der Handwurzel liegen, werden durch das Wachsthum der Theile abwärts die untersten, hier bereits querlaufenden Ausflüsse des inneren Armstromes auf der Rücken- und an der inneren Fläche des Vorderarmes abwärts gezogen; so entstehen hier hinten das Ulnarkreuz und der absteigende convergirende Ulnarstrom, während vorne das Auseinanderweichen des Endes des inneren Armstromes zur Bildung des hier manchmal ausgebildeten Radialkreuzes beiträgt. Dieses wird vervollständigt, indem aus dem Centrum des unterhalb liegenden, rudimentär ausgebildeten divergirenden Handwirbels eine kurze aufsteigende Ausströmung entgegen kommt, auf dieselbe trifft und ebenfalls auseinander gezogen wird. Die Hauptausströmung dieses Handwirbels deckt die Mittelhand, legt sich an die aus dem Achselhöhlenwirbel, wird so wie diese durch das Breiterwerden der Hand zum Ellbogenrande derselben gezogen. Die auf den mittleren Abtheilungen der Haut, der Rückenfläche der Phalangen, der Finger vorkommenden Härchen folgen demselben Entwickelungszuge und sind mit ihren Spitzen ebenfalls dem Ulnarrande zugewendet. In jeder Abtheilung sind aber die Spitzen der in der obersten und untersten Reihe liegenden Härchen durch den stärkeren Wachsthumszug der Haut an den Enden der Phalangen auf- und abwärts abgelenkt. Die Ausströmungen dieses Wirbels, welche auf der Rückenfläche des Daumens

sich vorfinden, sind die kürzesten, die Härchen in denselben wenden sich mit ihren Spitzen dem Radialrande zu. Die Ausbildung der Ausströmungen dieses divergirenden Wirbels zu einem excentrischen Wirbel, die Lage des Centrums in der Scheidelinie, welche den Daumen von den vier übrigen Fingern trennt und durch das Radialkreuz geht, der Gegensatz in der Richtung der Härchen, welche den Daumen, und denen, welche die übrigen vier Finger bedecken, ist in dem Gegensatze, welcher zwischen dem Daumen *(manus parva — ἀντίχειρ)* und den vier übrigen Fingern besteht, begründet und ist als der durch die Haarrichtung sichtbar gemachte Reflex dieses Gegensatzes anzusehen. Auch der Fussrückenwirbel ist excentrisch, sein Mittelpunkt liegt auf dem Rist des Fussrückens in der Scheidelinie, welche die grosse Zehe von den vier kleinen Zehen trennt. Der Gegensatz in den Ausströmungen ist etwas weniger markirt.

Dass die obersten Ausströmungen beider divergirenden Leistenwirbel, die divergirenden aufsteigenden seitlichen Bauchströme mit ihren vorderen und hinteren Ausflüssen die untere Hälfte des Stammes bedecken und durch das Wachsthum desselben in die Länge, aufwärts und durch das in die Breite an der vorderen und hinteren Fläche einwärts gezogen werden und in der vorderen Mittellinie den Nabelwirbel, die ab- und aufsteigenden convergirenden Ströme und das Bauchkreuz bilden, habe ich bereits auseinandergesetzt.

Von den ferneren, für die untere Extremität bestimmten Ausströmungen eines jeden Leistenwirbels werden die divergirenden Scham- und Hüftausströmungen noch zur Mittellinie gezogen, um das unterste Ende des Stammes und die Geschlechtstheile einzuhüllen. Da auch am unteren Ende des Stammes durch die Entwickelung der Hüften- und der Beckenorgane das Wachsthum in die Breite vorwaltet, so werden diese divergirenden Scham- und Hüftausströmungen aus dem vorne und mehr aussen gelagerten Leistenwirbel ein- und abwärts gezogen. Die oberen Theile der Schamströmung bedecken die vordere Fläche und die oberen Theile der Hüftausströmung, die äussere und hintere Fläche des Beckens. Die ersteren kommen in der Mittellinie im absteigenden Bauchstrome zusammen und endigen oben und an der Seite im convergirenden Peniswirbel. Die letzteren treffen hinten in der Mittellinie wieder zusammen und tragen mit einem Theile ihrer Ausflüsse zur Vollendung des convergirenden Steisswirbels bei, mit dem anderen kommen sie oberhalb des Afters in der Mittellinie zusammen, werden durch die Verlängerung der Distanz zwischen After und Centrum des Steisswirbels durch das Wachsthum, gerade von der Mitte, nach auf- und abwärts abgelenkt; hier bildet sich das Steisskreuz. Die obere convergirende Strömung desselben fliesst in den Steisswirbel, die unteren convergiren ebenfalls, legen sich dann an einander und umsäumen mit den nächst darauf folgenden Ausflüssen die Afteröffnung. Vor derselben kommen sie wieder im convergirenden Dammstrome zusammen, der sich in der Raphe des Scrotums fortsetzt und am Peniskreuze endet. Erst die unteren, schräg abwärts laufenden Theile der Scham- und Hüftströmung umfassen den breitesten Theil des Oberschenkels und kommen auf der inneren Fläche des Gracilis im aufsteigenden convergirenden inneren Schenkelstrome zusammen, nachdem die dem Hüftstrom angehörenden das Gesäss, den Damm und das Scrotum bedeckt haben. In diesem convergirenden inneren Schenkelstrome werden die Haarspitzen aufwärts gezogen und fliessen dann der Mittellinie (der Raphe) zu, wo sie etwas aus einander weichen und das Peniskreuz bilden. Die letzten Ausläufer der Schamströmung convergiren und fliessen in den convergirenden Peniswirbel, die Enden der Hüftströmung fliessen auf's Scrotum.

In den letzten Ausströmungen des Leistenwirbels: dem äusseren, inneren und vorderen Schenkelstrome, waltet durch das vorherrschende Wachsthum auch der untern

Extremitäten in die Länge, die Längsrichtung in diesen Ausströmungen vor, die Haarspitzen werden abwärts gezogen, weil die Haut ebenfalls vorwaltend in die Länge gezogen wird. Der schräge, oben fast quere Lauf der Ausströmungen des äusseren und inneren Schenkelstromes erklärt sich aus dem Dickerwerden des oberen Endes des Oberschenkels durch die starke Entwickelung der ihn umhüllenden Muskeln, mithin durch die fast allgemeine Dehnung der Haut in die Quere. Die Bogenkrümmungen dieser Ausflüsse, die Ausbildung des Schenkelkreuzes auf der inneren Fläche des Gracilis in der Mitte des Oberschenkels und die von ihm aus beginnenden auf- und absteigenden inneren Schenkelströme sind die Resultirenden aus diesen Zugrichtungen und der Berücksichtigung des Wachsthumes des Oberschenkelbeines. Dem mittleren, mehr ruhenden, verknöcherten Theile entspricht das Schenkelkreuz, den auf- und abwärts wachsenden Enden folgen die Härchen in den Strömungszügen, bilden die Bogenkrümmungen, die geschwungenen Linien und enden aufwärts sich wendend im aufsteigenden, und abwärts geneigt im absteigenden inneren Schenkelstrome.

Der vordere, vorwiegend gerade abwärts strömende Schenkelstrom wird durch die wenig hervorragende Patella in eine äussere und innere, die Kniescheibe umfassende, und eine mittlere auf derselben endigende Abtheilung geschieden. Unter der Kniescheibe neigen sich die aus einander geschobenen Abtheilungen dieses Stromes wieder einander zu, bilden auf der *spina* und *crista tibiae* einen secundären convergirenden Strom, der in den absteigenden convergirenden inneren Schenkelstrom mündet. Wäre die untere Extremität als Stütze für den Stamm beim aufrechten Gange nicht in ihrem Baue modificirt worden, würde die Kniescheibe noch mehr hervorragen, so würde sich auch hier ein convergirender Wirbel ausgebildet haben wie am Ellbogenhöcker.

Der Unterschenkel wird vorherrschend von den längsten und breitesten Ausflüssen des äusseren Schenkelstromes bedeckt, welche von der äusseren Fläche des Oberschenkels in die Kniekehle hinab sich winden und von hier aus, nachdem sie die Wade zu beiden Seiten umfasst haben, sich nach vorne und abwärts wenden, hier in der Fortsetzung des absteigenden convergirenden inneren Schenkelstromes sich wieder begegnen und denselben bilden. Unter der Kniescheibe schiebt sich das zugespitzte Ende des vorderen und inneren Schenkelstromes ein und bedeckt das obere Ende der Tibia vorne. Das Köpfchen des Wadenbeines und sein äusserer Rand bewirkt eine Divergenz in dieser Strömung. Die Haargrenze der Ausstrahlung des Leistenwirbels ist oberhalb der Fussknöchel und zwischen denselben deutlich sichtbar und mit vier Halbmonden begrenzt, welche die beiden Knöchel, die Achilles-Sehne und das vordere Ende der Tibia frei lassen. Das Ausbilden der beim Menschen am stärksten entwickelten Wadenmuskeln und der Muskeln an der vorderen äusseren Fläche des Unterschenkels wird dieses Winden und Spalten der Strömung, so wie auch das Vorwärtswenden des unteren Endes des absteigenden inneren Schenkelstromes bedingen, welcher vor dem inneren Knöchel endet.

Die Ausströmungen des unvollkommen entwickelten Fussrückenwirbels sind durch einen deutlich haarlosen Zwischenraum von den letzten Ausläufern des Leistenwirbels geschieden; nach hinten sind die Ausströmungen am kürzesten, nach vorne am längsten, weil sie mit dem stärkeren Wachsthume der Metatarsus-Knochen vorwärts gezogen werden. Ihre Hauptströmung ist zum äusseren Fussrande hin gerichtet. Die Spitzen der Härchen auf den mittleren Abtheilungen der Rückenfläche der Zehenglieder sind gleichfalls auswärts gerichtet. Die Ablenkung der Spitzen der Härchen in jeder Abtheilung nach vorne und hinten, die am vorderen und

hinteren Rande jeder Abtheilung liegen, wird wie bei den Fingergliedern aus dem stärkeren Wachsthume beider Endtheile der einzelnen Zehenknochen erklärt.

Diese Erklärung der Richtung der verschiedenen Ströme und Ausflüsse der divergirenden Wirbel der Haare und der secundären Bildungen dieser Wirbel, als: der convergirenden Wirbel, Kreuze und convergirenden Ströme der Haut des Menschen, lässt sich leicht auf die Haarwirbel der Säugethiere und ihre secundären Bildungen übertragen. Die Anordnung der Federn auf dem Körper der Vögel in mehrere divergirende Wirbel erlaubt die von mir aufgestellten Gründe ebenfalls zu ihrer Erklärung anzuwenden, selbst auf die Stellung und Ordnung der Stacheln des *Schizaster tubuliferus* (Schmidt) auf seiner sphärischen Oberfläche in mehrere Wirbel werden sich, wie ich glaube, diese Erklärungsgründe anwenden lassen; denn die Haare der Säugethiere sind bei der Entwickelung eben so in die frühere Epidermis-Hülle eingewachsen und von ihr bedeckt. Der Flaum der Vögel-Embryonen ist ebenfalls von der alten Epidermis umhüllt, selbst die Stacheln des *Schizaster tubuliferus* sind wahrscheinlich ebenfalls zur Zeit ihrer Entwickelungsperiode von einer Epidermoidal-Hülle gedeckt.

ERKLÄRUNG DER ANORDNUNG DER HAARE IN DIVERGIRENDE WIRBEL UND ERFORSCHUNG DER GESETZE UND DER GRÜNDE FÜR DIESELBE.

Nachdem ich die verschiedenen Haarrichtungen an der Oberfläche des menschlichen Körpers auf die Anordnung derselben in mehrere divergirende Wirbel zurückgeführt habe, bin ich zur Erklärung der verschiedenartigen Ausströmungen jedes einzelnen dieser Wirbel übergegangen, habe dieselben in allen ihren Einzelnheiten aus den von mir angeführten Daten der Entwickelungsgesetze des Hautorganes selbst und der Entwickelungsgesetze des in der Tiefe liegenden Skelettes und der zwischenliegenden Weichgebilde naturgemäss erklären können. Jetzt will ich hier in Nachfolgendem eine Erklärung der Anordnung der Haare in divergirende Wirbel zu geben versuchen und die Ergebnisse meiner Erforschung der Gesetze und Gründe der Haarwirbelbildung mittheilen.

Bei der Beschreibung der einzelnen divergirenden Haarwirbel habe ich erwähnt, dass der Umfang, in welchem die Wirbelwindungen regelmässig ausgebildet gefunden werden, nicht gross und bei einigen grösser, bei den anderen kleiner sei, je nach der Art der krummen Fläche, auf welcher sich die Wirbel ausgebildet haben. Die grösste Ausdehnung in seiner regelmässigen Ausbildung erlangt der Scheitelwirbel auf der gewölbten Fläche des Schädeldaches, die man mit einer Halbkugel vergleichen kann; bei den anderen Wirbeln ist die gewölbte oder gehöhlte Fläche, auf welcher sie vorkommen, nur in einem sehr kleinen Umfange regelmässig gestaltet, ändert sich dann bald und mit ihrer Änderung beginnen die Ablenkungen in den Ausströmungen.

Betrachtet man die Stellung der Haare in den verschiedenen divergirenden Wirbeln, verfolgt man die Richtung, in welcher die einzelnen Haare vom Centrum aus auf einander folgen, so sieht man, dass die Haare vom Mittelpunkte aus in krummen Reihen wurzeln und dass die sichtbaren Härchen oder Haare in krummen Linien gelagert sind; selbst die Richtungslinien, in welchen die Härchen der divergirenden Augenwirbel vom inneren Augenwinkel als Centrum aus geordnet vorkommen, sind keine geraden, sondern ebenfalls krumme, nur weniger gebogene Linien. Schon der blosse Anblick dieser krummen Linien lehrt, dass dieselben zu den Spirallinien gehören. Ferner habe ich bei der

Beschreibung der einzelnen divergirenden Wirbel ebenfalls darauf aufmerksam gemacht, dass die spiralen Windungen, was man am Scheitelwirbel am leichtesten sehen kann, nicht von einem gemeinsamen Mittelpunkte, sondern von einer kurzen krummen Linie in der Nähe desselben oder um denselben beginnen; diese krumme Linie ist oft ∽förmig gekrümmt und diese ∽ förmige Krümmung ist bei manchen Scheitelwirbeln ziemlich lang. Forscht man nach der Natur dieser Spiralen und berücksichtigt die oben angeführte Beobachtung, dass sie nicht in einem gemeinsamen Mittelpunkte beginnen oder endigen, sondern in dessen Nähe, zieht man ferner die Form und die Entfernung der einzelnen Windungen einer jeden dieser Spiralen in Betracht, so kann man schon aus diesem die Vermuthung aussprechen, dass es logarithmische Spiralen sein werden.

Die Spiralen sind in einem Wirbel rechts, im anderen links gewunden und mithin auch die divergirenden Wirbel theils rechts-, theils linkswendig; rechts gewundene kommen öfter vor. Bei den paarigen, zu beiden Seiten der Mittellinie ausgebildeten divergirenden Wirbeln kommen gewöhnlich an der rechten Körperseite linkswendige, und an der linken rechtswendige Wirbel vor. Der unpaarige Scheitelwirbel ist öfter rechts als links gewunden. Die zwischen den Achselhöhlen- und Leistenwirbel eingeschobenen divergirenden Seitenwirbel sind an der rechten Seitenwand gewöhnlich ebenfalls linkswendig. Ausnahmen, wo das Umgekehrte an einem oder dem anderen Wirbel gefunden wird, habe ich ebenfalls angetroffen. Ich habe bei dem Hinaufrücken des Centrums der Leistenwirbel an die Seitenwand des Thorax einen ganz deutlich und in ziemlich grossem Umfange ausgebildeten rechtswendigen divergirenden Wirbel an der rechten Seitenwand der Brust, und einen linkswendigen an der linken gefunden. Machen die Spiralen in der Nähe des Centrums um dasselbe viele Windungen, so sind solche Wirbel auch in ihren weiteren Ausströmungen stärker wie gewöhnlich entwickelt, und dieses gibt Veranlassung, dass dann Verwerfungen der regelmässigen Haarrichtungen sich ausbilden, welches in dem eben angeführten Falle vorgefunden wurde, wo mit der starken Ausbildung der Wirbelwindungen dieser Leistenwirbel an den Seiten des Thorax ein Ablenken des mittleren Rückenstromes nach links und ein Ausbilden eines anomalen convergirenden Wirbels auf dem Rücken der Wirbelsäule verbunden war.

Störungen in der Wirbelbildung und unvollkommene Ausbildung der divergirenden Wirbel in der Nähe des Centrums habe ich am öftesten an den Leistenwirbeln, weniger oft an den Achselhöhlenwirbeln gefunden. Sind zwischen die Achselhöhlen- und Leistenwirbel zwei divergirende Wirbel eingeschoben, so sind beide in ihrer Ausbildung gestört, drücken einer den andern mit ihren Ausströmungen und die Windungen um das Centrum sind höchst unvollkommen ausgebildet.

Bei Erwachsenen sind die Wirbelwindungen in der nächsten Nähe des Centrums, mit Ausnahme des Scheitelwirbels an den übrigen divergirenden Wirbeln, fast nicht mehr oder nur undeutlich und verdrückt, wie z. B. an den Haaren des Achselhöhlenwirbels zu sehen, während die verschiedenen Ausströmungsrichtungen dieser Wirbel an den verschieden grossen Härchen noch immer deutlich zu erkennen sind. Das Kahlwerden am Scheitel beginnt am öftesten gleichfalls in der Nähe des Centrums des Scheitelwirbels.

Auch an den convergirenden Haarwirbeln kann man die spiralen Windungen der Richtungslinien, in welchen die Haare eingepflanzt sind, von der Peripherie zum Mittelpunkte oder in dessen Nähe hin verfolgen. Sind bei Embryonen die Härchen und bei den

Thieren die Haare lang geworden, so setzt sich die spirale Eindrehung über die Oberfläche in eine spiral gewundene Haarspitze oder in die spirale Windung der langen Haare fort. Bei langhaarigen Hunden sieht man z. B. an den convergirenden Wirbeln auf dem Sitzknorren, am Ellbogenhöcker und an der Schwanzspitze, wie die spiral gewundenen Haare, nachdem sie den Mittelpunkt erreicht und um denselben sich gelagert und gedreht haben, dann noch länger geworden sich von demselben wieder immer mehr entfernen und einen divergirenden Haarwirbel zu bilden scheinen, so dass man in einem solchen Falle ohne genaue Untersuchung beim ersten Anblick einen divergirenden Wirbel vor sich zu haben glaubt.

Will man von dem Gesagten sich überzeugen und die spiralen Windungen der divergirenden und convergirenden Wirbel sehen und studiren, so muss man bei erwachsenen Menschen den divergirenden Wirbel am Scheitel und den convergirenden Halswirbel in der Unterohrgrube in den hier bei manchen recht deutlich sichtbaren Eindrehungen des Backenbartes untersuchen, oder aber man nimmt seine Zuflucht zu den divergirenden und convergirenden Wirbeln der Säugethiere, z. B. der Hausthiere, die ich beschrieben habe. Noch deutlicher und genauer kann man dieselben an Embryonen sowohl des Menschen als der Säugethiere und Vögel sehen und an denselben in den verschiedenen Entwickelungsperioden der Haar- und Wirbelbildung die ganze Entwickelungsgeschichte derselben studiren, Messungen vornehmen und, wie ich später zeigen werde, auch die Gesetze der Haarwirbelbildung erforschen.

Wenn man nun diese Regelmässigkeit und das Constante in der Anordnung der Haare in den spiralen Windungen der divergirenden und convergirenden Wirbel vom und zum Mittelpunkte und die Form der spiralen Windungen selbst betrachtet, wenn man ferner die Regelmässigkeit der verschiedenartigen Ausströmungen der divergirenden Wirbel, ihre Ablenkungen und secundären Bildungen, als: Kreuze und convergirende Ströme, die Anzahl und die Vertheilung der divergirenden Wirbel auf der Oberfläche des menschlichen und thierischen Körpers in Erwägung zieht, so drängt sich einem von selbst die Frage auf: Worin ist dieses Alles begründet? Nach welchen Gesetzen findet die Bildung, diese Anordnung statt? Kommt nicht vielleicht in einer anderen Reihe des Organischen etwas Ähnliches vor? Sind dort nicht bereits Gesetze erforscht, die auch hier Anwendung finden?

Beim Nachdenken über diese mir gestellten Fragen verfiel ich darauf, ob die Idee der spiralen Blattstellung der Pflanzen und ihre bereits mathematisch nachgewiesenen Gesetze sich nicht auch auf den thierischen Organismus und den Menschen und hier in Specie auf die verschiedenen Haarwirbel und ihre Ausströmungen anwenden, und mithin vom Vegetativen auf das Animale übertragen lassen.

Diese Idee der spiralen Blattstellung der Pflanzen hatte bereits Bonnet und Andere ausgesprochen; sie wurde von den Botanikern eifrig verfolgt, besonders waren es Karl Schimper und Alexander Braun[1]), welche zu ihrer Begründung die Mathematik in Anwendung

[1]) Karl Schimper in Geiger's Magazin der Pharmacie, 1830.
Alexander Braun in den Verhandlungen der kaiserlich Leopoldinisch-Carolinischen Akademie der Naturforscher. B. VII. 1831, sowie in der Allgemeinen botanischen Zeitung 1835, Nr. 10—12.
L. et A. Bravais (Mémoires sur la disposition géométrique des feuilles et inflorescenses. Paris 1838).
Dutrochet in „Nouvelles annales du Muséum d'histoire naturelle". Tom. III, Paris 1834.
Kunth in der Berliner Akademie der Wissenschaften. (L'Institut 1844, p. 78.)
Dr. Karl Friedrich Naumann, zuerst in Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie im Bande 56, 58, 60, später in seiner Abhandlung über Quincunx als Grundgesetz der Blattstellung vieler Pflanzen, mit einer Steindrucktafel. Dresden, Arnold, 1845.
Bernhard Ohlert. Über die Gesetze der Blattstellung. In Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie. Band 93, Jahrgang 1854, Nr. 10 und 11, Seite 260 und 349; Band 95, Jahrgang 1855, Nr. 5, Seite 139.

brachten. Schimper hat, auf vielfältige Untersuchungen gestützt, die nach ihm benannten Reihen der Blattstellungsgesetze aufgefunden und A. Braun ist es gelungen, die scheinbar so verwickelten Gesetze auf einen fast für das ganze Pflanzenreich giltigen arithmetisch-geometrischen Kanon der Blattstellung zurückzuführen. Die Gebrüder L. und A. Bravais und Dutrochet haben über denselben Gegenstand gearbeitet und ihre Abhandlungen darüber veröffentlicht; auch Kunth schrieb über die Blattstellung. Dr. C. F. Naumann suchte die Gesetze der Blattstellung vieler Pflanzen auf den parallelreihigen und concentrischen Quincunx zurückzuführen, mithin trachtete er, wie er selbst sagt, „das Gebiet der schönen Entdeckungen Schimper's und Braun's von einem etwas verschiedenen Gesichtspunkte aus einer etwas allgemeineren mathematischen Auffassung zu unterwerfen“: er glaubt, dass der Quincunx als das Grundgesetz der Blattstellung der meisten Pflanzen zu betrachten sei. In der neuesten Zeit versucht Bernhard Ohlert die einfachen und eleganten Gesetze der Blattstellung aus einem noch höheren und allgemeineren Standpunkte darzustellen und die Frage nach dem inneren Grunde dieser Gesetze zu beantworten.

In den letzteren Jahren hat die Giltigkeit des Spiralgesetzes noch an Ausdehnung gewonnen, durch die in dieser Zeit von F. Schnirch, Wichura, A. Braun und Dr. F. Cohn[1]) hinzugefügten Beobachtungen und gewonnene Überzeugung, dass sich auch im Bau und Gefüge der Baumstämme die Spirale und Schraube in den aussen sichtbaren Windungen der Stämme und in der spiralen Richtung der Holzfaser nachweisen lasse.

Diese Anordnung der Blätter in Spiralen und die Gesetze für dieselbe ist nicht blos *a)* für den cylindrischen Stengel, sondern auch *b)* für den scheibenförmigen oder die Blattrosette, und *c)* für den kegelförmigen, so wie auch für *d)* den kugelförmigen oder einen Stengel, der einen beliebigen Rotationskörper darstellt, giltig, und nicht blos für die Blätter, sondern auch für die Triebe, Äste, Zweige und die Analoga der Blätter, die Warzen, Schilder und Narben der gerippten Cacteen, der Mamillarien und Sigillarien, der Syringodendra und Lepidodendra. Auch die Schuppen der Zapfen der Coniferen sind in Spiralen gestellt und gelagert. Die hemisphärischen und scheibenförmigen Anthoklinien und Periklinien der Syngenesisten (wie z. B. die Scheibe der Sonnenblume), die Kätzchen der Amentaceen und die Ähren vieler Gramineen zeigen gleichfalls in der Stellung ihrer Blümchen oder Samen- und Kelchblätter eine bewunderungswürdige Regelmässigkeit und befolgen dieselben Gesetze; selbst die Blätter in der Knospe sind spiralig gewunden.

Um nun die Frage beantworten zu können, welche von den für die Blattstellung der Pflanzen eruirten Gesetze auf die Stellung und Lagerung der Haare in Spiralen und auf die Wirbelbildung selbst ihre Anwendung finden, und um ferner die Gründe angeben zu können, welche für die Übertragung dieser Gesetze auf die Haarwirbelbildung sprechen, will ich aus der Abhandlung B. Ohlert's früher im Auszuge dasjenige vorausschicken, was meiner Überzeugung nach seine wohlbegründete Anwendung hier finden wird. Denn dass überhaupt die Anordnung der Haare in divergirende und convergirende Wirbel und ihre Ausströmungen.

---

[1]) F. Schnirch, k. k. Eisenbahn-Ober-Inspector, in der Zeitschrift des österr. Ingenieur-Vereins Nr. 5, im März 1849, in seinem Aufsatze über Elektricität und elektrische Telegraphie, Seite 39.

Wichura in der Abhandlung über schraubenförmig gewundene Baumstämme. Jahresbesicht der schlesichen Gesellschaft, 1851.

A. Braun in der Monatschrift der Berliner Akademie, August 1854, über die spirale Richtung der Holzfaser.

Dr. Ferd. Cohn. Über die Einwirkung des Blitzes auf Bäume. Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft, 1854, p. 280. und in Froriep's Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde, Jahrgang 1856, 1. Band, Nr. 21. Über die Drehung der Baumstämme.

so wie die Wirbelbildung selbst eine mathematische Behandlung wie eben die Blattstellung der Pflanzen zulasse, dafür spricht nicht nur das, dass das ganze Phänomen nicht blos dem Sehsinne allein, sondern auch dem Tastsinne zugänglich ist, und dass man die meisten Beobachtungen, die darauf Bezug haben, selbst mit unbewaffnetem Auge machen und Messungen mittelst Instrumenten in Anwendung ziehen kann; dass mithin die Basis, von welcher man ausgeht und auf welcher man seine Beobachtungen und Untersuchungen macht und worauf man seine Reflexionen stützt und woraus man seine Schlüsse zieht, so sicher und leicht zugänglich sei. Wird man in der Folge näher an der Quelle mit den mathematischen Untersuchungen beginnen können, so werden die Resultate noch eine höhere Begründung finden und einen noch grösseren Werth haben können als jetzt, wo man eben nur von den letzten, gleichsam fixirten oder verhornten Resultaten des animalen Lebens, den aussen sichtbaren Haaren und ihren Wirbeln nämlich, ausgehen kann.

B. Ohlert, im Forschen nach dem inneren Grunde der Blattstellungsgesetze, sagt:

(Seite 261) „Wie einfach und elegant diese Gesetze auch sein mögen, wie deutlich ein innerer Zusammenhang derselben auch in die Augen springt, ja eben desswegen fühlt man um so mehr, dass sie nicht genügen, dass sie nicht der letzte und einfachste Ausdruck des den Erscheinungen zum Grunde liegenden Princips sein können. Wenn wir, auf unzählige Beobachtungen gestützt, die Thatsache zugeben müssen, dass der Baum, wenn er in üppiger Fülle Blatt auf Blatt treibt, in der vollsten Kraftäusserung überquellenden Lebens die Näherungswerthe eines Kettenbruches bei der Stellung seiner Blätter beobachtet; so fühlen wir, dass wir uns dabei nicht beruhigen können, dass es Aufgabe der Wissenschaft ist, den Grund dieser merkwürdigen Erscheinung zu erforschen."

Diesen inneren Grund formulirt er so (275): „Es wird diejenige Stellung der Blätter die günstigste sein, bei welcher das dem Anfangsblatte am nächsten kommende Blatt möglichst weit von ihm entfernt ist", mithin werden die Blätter sich so gegen einander stellen, dass ihnen zu ihrer Entwickelung möglichst viel Raum bleibe, und gerade im ersten Anfange der Blattbildung, wo sich die Keime mehrerer Blätter des so engen Raumes wegen zusammendrängen werden, kann man sich noch vorstellen, dass dieses Raumbedürfniss bestimmend auf die Stellung der noch im Werden begriffenen Blätter einwirke.

Diesen inneren Grund kann man auf die Anordnung der Haare in Spiralen und auf die Wirbelbildung selbst übertragen und so lauten lassen: Jene Stellung der Haare wird die günstigste sein, bei welcher das dem zuerst keimenden Haare zunächst nachfolgende auf dem engen Raume, wo die Ausbildung geschieht, möglichst weit von ihm sich entfernen kann, damit zu ihrer Entwickelung möglichst viel Raum verbleibe.

Aus dem aufgestellten Principe entwickelt nun Ohlert:

1. Die Gesetze für die gleichmässige Blattvertheilung, und zwar:
   A. für den cylindrischen Stengel,
   B. für den scheibenförmigen oder die Blattrosette,
   C. für den kegelförmigen Stengel, und
   D. für den kugelförmigen Stengel oder den Stengel, der ein beliebiger Rotationskörper ist.
2. Die Gesetze der ungleichmässigen Blattvertheilung.

Aus den Gesetzen der gleichmässigen Blattvertheilung notire ich das *A* beim cylindrischen Stengel Giltige: (262) „Wie das zweite Blatt gegen das erste steht, so muss sich auch das dritte

gegen das zweite u. s. f. stellen". (263) „Es müssen daher die auf einander folgenden Blattinsertionen einestheils durch eine gleiche peripherische Differenz von einander getrennt sein, d. h. die durch die Axe und die auf einander folgenden Insertionspunkte gelegten Ebenen müssen gleiche Winkel, welche man Divergenzwinkel heisst, mit einander bilden; anderentheils muss sich auch das dritte Blatt über das zweite eben so hoch erheben, wie das zweite über das erste u. s. f. Der Winkel, durch welchen diese Erhebung gemessen wird, heisst Ascensionswinkel. Alle Insertionspunkte müssen sich demnach durch eine den Stengel umkreisende Spirale umfassen lassen." „Der die relative Lage gegen die Axe angebende sogenannte Divergenzwinkel der auf einander folgenden Blätter ist beim cylindrischen so wie bei allen Stengeln, welche Rotationskörper darstellen, stets derselbe."

Die ursprüngliche Spirale kann entweder rechtswendig oder linkswendig sein. Spiralen von gleicher Richtung heissen homodrom, von entgegengesetzter antidrom (S. 265).

Auch die Spiralen der Haarwirbel sind, wie ich bereits beschrieben habe, rechts- und linkswendige und die Benennung homodrom und antidrom kann man für die Haarwirbel gleichfalls anwenden.

Aus der auf diese Prämissen gegründeten mathematischen Deduction leitet er ab, dass sich die Blätter spiralförmig an einander reihen müssen.

(275) „Die Beobachtung hat gezeigt, dass nur Spiralen mit gewissen bestimmten Divergenzen in der Natur vorkommen, ja dass Pflanzen der früheren geologischen Perioden eben diese Divergenzen bei der Stellung ihrer Blätter eingehalten haben." Der innere Grund dieser Beobachtung liegt in dem angegebenen Principe, und man kann von diesem ausgehend die Divergenzen bestimmen, welche der im oben ausgesprochenen Principe enthaltenen Forderungen Genüge leisten; ist dieses geschehen, so wird sich zeigen, dass es dieselben sind, welche eine höchst sorgfältige Untersuchung empirisch als in der Natur vorkommend festgestellt hat.

Nachdem Ohlert diese Divergenzen mathematisch bestimmt hat, formulirt er das Resultat so (280): „Damit also das dem Anfangsblatte zunächstkommende möglichst weit von ihm entfernt sei, müssen die Divergenzen der ursprünglichen Spirale Brüche von folgender Form sein:

$$\frac{1}{2+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\cdots+\frac{1}{1+\frac{1}{2}}}}} \qquad \frac{1}{3+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\cdots+\frac{1}{1+\frac{1}{2}}}}} \qquad \frac{1}{4+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\cdots+\frac{1}{1+\frac{1}{2}}}}} \quad \cdots \quad \frac{1}{n+\frac{1}{1+\frac{1}{1+\cdots+\frac{1}{1+\frac{1}{2}}}}}$$

Man erhält also, je nachdem man dem Kettenbruche mehr oder weniger Glieder gibt, folgende Reihen von Divergenzen:

$$\text{I.}\ \frac{1}{2}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34}, \frac{21}{55}, \frac{34}{89} \cdots$$

$$\text{II.}\ \frac{1}{3}, \frac{2}{7}, \frac{3}{11}, \frac{5}{18}, \frac{8}{29}, \frac{13}{47}, \frac{21}{76}, \frac{34}{123} \cdots$$

$$\text{III.}\ \frac{1}{4}, \frac{2}{9}, \frac{3}{14}, \frac{5}{23}, \frac{8}{37}, \frac{13}{60}, \frac{21}{97}, \frac{34}{157} \cdots$$

„Dies sind in der That die Divergenzen, die fast ausschliesslich in der Natur sich vorfinden; bei weitem am häufigsten aber kommen die der ersten Reihe entnommenen vor, und auch

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

dafür gibt unser Princip uns den Grund an.“ Unter diesen Gründen zählt er mehrere auf: ich hebe nur den zweiten hervor (284): „Dass das Intervall, innerhalb dessen die Divergenz am günstigsten ist, in der ersten Reihe grösser ist als in den anderen, wesshalb denn auch in ihr die grösste Entfernung, welche das nächste Blatt bei fortwachsendem Ascensionswinkel erreicht, ein Maximum ist.“ Später bemerkt er (355): „Nach meiner Theorie sind die verschiedenen Divergenzen die nothwendige Folge der verschiedenen Grösse des Ascensionswinkels während des frühesten Stadiums der Blattbildung.“

Das was Ohlert unter *B* für den scheibenförmigen Stengel oder die Blattrosette herleitet, lässt sich für die meisten Haarwirbel, welche auf einer flachgewölbten oder gehöhlten Fläche sich ausbilden, anwenden.

(358) „Die Blattrosette, definirt er, wird diejenige Anordnung der Insertionen genannt, wo sie in einer kreisförmigen Ebene spiralförmig gestellt sind.“ „Die Erfahrung lehrt, fügt er hinzu, dass in diesem Falle die auf einander folgenden Insertionen ebenfalls in gewissen Spiralen angeordnet sind, mit stets gleichbleibender Divergenz. Es frägt sich, nach welchem Gesetze hier die Ansteigung der Spirale erfolgen werde? Suchen wir es nach dem als naturgemäss erkannten Principe, dass nämlich jedes folgende Blatt gegen das vorhergehende sich so stelle, wie dieses gegen das ihm vorhergehende zu bestimmen.“ Aus der hierauf basirten geometrischen Deduction zieht er den Schluss, „dass die Masse der *radii vectores* der Spirale eine geometrische Reihe bilden, während die Winkel, unter welchen die Spirale die *radii vectores* schneidet, stets gleich bleiben. Die Spirale, welche sämmtliche Insertionen umfasst, ist also eine logarithmische Spirale“, welche auch die Eigenschaft hat, dass sie den Mittelpunkt nie vollkommen erreicht. Ohlert bestimmt auch für die Blattrosette mathematisch die günstigsten Stellungsverhältnisse der Blätter und schliesst mit dem Satz (364): „Dass auch bei einer Blattrosette das günstigste Stellungsverhältniss des Blattes stattfindet, wenn die Divergenz von der Form ist:

$$\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{1+\cfrac{1}{\ddots+\cfrac{1}{2}}}}}$$

Auch hier können für gewisse Ascensionswinkel dieselben Modificationen wie beim cylindrischen Stengel Platz greifen.“

Auf das, was hier Ohlert für die Blattrosette deducirt hat, wollen wir etwas näher eingehen. Betrachtet man nämlich die Einpflanzung der Haare in den einzelnen Spirallinien der Haarwirbel, misst man die Entfernungen der einzelnen Haare in diesen Spirallinien, so findet man, dass alle diese Abstände auf der flachgekrümmten Fläche, worauf der Haarwirbel regelmässig ausgebildet ist, gleich sind; mithin sind auch die Haare durch eine gleiche peripherische Divergenz von einander getrennt und ihre Divergenzwinkel sind ebenfalls alle gleich, welche von zwei Ebenen, die durch den Mittelpunkt der krummen Fläche, worauf der Haarwirbel vorkommt, und durch je zwei neben einander liegende Einpflanzungspunkte der Haare der spiralen Richtungslinien gehen. Da auch hier jedes folgende Haar gegen das vorhergehende sich eben so stellt, wie dieses gegen das vorhergegangene, so wird die Ansteigung der Spirale wie bei der Blattrosette dieselbe

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

sein und die Masse der *radii vectores* der Spirale werden eine geometrische Reihe bilden, während die Winkel, unter welchen die *radii vectores* und die Spirale einander schneiden, stets gleich bleiben; mithin wird die Spirale, in welcher die Haare eingepflanzt sind, eine logarithmische sein. Die fernere Eigenschaft der logarithmischen Spirale, dass sie nie den Mittelpunkt vollkommen erreicht, ist ebenfalls vorhanden, denn ich habe schon in der Beschreibung der Haarwirbel darauf aufmerksam gemacht, dass die Spirallinien der Haarwirbel nicht vom Mittelpunkte, sondern von einer krummen, oft ∽förmig gestalteten Linie in der Nähe oder um denselben beginnen. Eben so wird das günstigste Stellungsverhältniss für die Haare dann stattfinden, wenn die Divergenz ein Kettenbruch von derselben Form wie bei der Blattrosette ist. Eine Arbeit die hier zu machen wäre, bestünde nun darin, die Entfernung der Haare in den Haarwirbeln sowohl bei erwachsenen Menschen und Thieren, als auch bei Embryonen zur Zeit der Bildungsperiode der Haarwirbel zu messen, die Zahlenwerthe zu finden und die Reihen der Divergenzen zu bestimmen, wie es in der Botanik bereits geschehen ist. Die Erfahrung, dass nur Spiralen mit gewissen bestimmten Divergenzen in der Natur vorkommen, wird sich bei den Haarwirbeln ebenfalls bestätigen.

Auch das, was unter *D* für den Stengel der einen beliebigen Rotationskörper darstellt, von Ohlert deducirt wird, und was er für den besonderen Fall, dass der Rotationskörper eine Kugel ist, findet, lässt sich auf den Haarwirbel am Scheitel anwenden, wenn man die gewölbte Fläche des Schädelgewölbes der gekrümmten Fläche eines Rotationskörpers oder einer Halbkugel gleich setzt.

Er sagt (368), dass, auch wenn der Stengel ein Rotationskörper ist, „die Divergenzen der auf einander folgenden Blätter, welche durch die Winkel gemessen werden, welche die durch dieselben gelegten Meridian-Ebenen mit einander machen, einander gleich sein müssen.“ Der Ascensions-Winkel der Spiralen auf der Oberfläche der Rotationskörper wird während ihres Verlaufes ein unveränderlicher sein. Ohlert deducirt nun eine Formel für den Fall, dass der Rotationskörper eine Kugel ist, und sagt (371): „Die Curve nähert sich also den Polen, ohne sie jemals zu erreichen, welche Eigenschaft der Curve der Blattinsertionen in der Natur ihre vollkommene Bestätigung findet.“ Seine mathematische Deduction für den kugelförmigen Stengel beschliesst er mit nachfolgenden Worten (379): „Man erhält also auch beim kugelförmigen Stengel dieselben Divergenzen als die günstigsten, dem aufgestellten Principe entsprechenden, wie bei den vorher behandelten Stengelformen.“

Von den Gesetzen der ungleichmässigen Blattvertheilung, die Ohlert aufstellt, können einige angewendet werden, um die Haarstellung in den verschiedenen Ablenkungen der Haarwirbelausströmungen zu erklären. Eine regelmässige Ausbildung der Wirbelwindungen kommt, wie aus meiner Beschreibung der verschiedenen Haarwirbel zu entnehmen ist, nur in einem geringen Umfange des Wirbelcentrums vor, weil die regelmässig gekrümmte Fläche, auf welcher sich die Wirbel ausbilden, klein ist, und weil dieselbe sich so bald ändert, desshalb werden auf der vielgestaltigen Oberfläche des menschlichen Körpers und der der Thiere mehr Modificationen in den Ablenkungen der Haarwirbelspiralen vorkommen als bei den Pflanzen.

Ohlert sagt (Bd. 95, S. 139): „Selten herrscht in allen Theilen einer Pflanze dieselbe Divergenz, was als eine nothwendige Folge der verschiedenen Gestaltung des Stengels in seinen Theilen anzusehen ist. Die Herren Braun und Schimper haben durch Beobachtungen hierüber folgende Gesetze gefunden: Bei sich ändernder Divergenz gehen meistens die auf einanderfolgenden Glieder einer Reihe in einander

über. Seltener folgen derselben Reihe entnommene Divergenzen, die durch ein oder mehrere Glieder getrennt sind, auf einander. Noch seltener folgen Divergenzen verschiedener Reihen auf einander." „Der Grund dafür, dass überhaupt die Divergenzen an einem Stengelstück sich ändern, liegt in der von mir nachgewiesenen Abhängigkeit der Divergenz vom Ascensionswinkel und es ergibt sich dabei im Allgemeinen das durch Beobachtung vollkommen bestätigte Gesetz, dass bei zunehmender Blattentwickelung, wenn also der Ascensionswinkel kleiner wird, spätere Glieder der Divergenzreihen Platz greifen." Weiter (144) sagt er: „Wenn zwei Spiralen auf einander folgen, deren Divergenzen derselben Reihe entnommen und entweder successive oder nur durch eine Stelle getrennte Glieder derselben sind, so ist ersichtlich, dass die Entfernungen der sich am nächsten kommenden Blätter aus den verschiedenen Spiralen fast dieselben sind, als die derjenigen Insertionen, die innerhalb einer und derselben Spirale sich am nächsten kommen." Ferner fügt er hinzu (145): „Aus den Beobachtungen der Herren Braun und Schimper ergibt sich, dass beim Übergange verschiedener Spiralen in einander die Natur eine Einrichtung getroffen hat, welche geeignet ist, den eben von mir hervorgehobenen Übelstand, dass nämlich die benachbarten Blätter der verschiedenen Spiralen eine der Entwickelung ungünstige Stellung erhalten, zu beseitigen. Die vorhergehende Stellung geht nämlich nicht plötzlich in die nachfolgende über, sondern durch einen oder mehrere Vermittlungsschritte, bei denen die Divergenz einen Mittelwerth zwischen den Divergenzen der verschiedenen Spiralen hat."

Bei der Stellung der Haare in den spiralen Windungen der Haarwirbel herrscht ebenfalls im ganzen Verbreitungsgebiete der Ausströmungen eines divergirenden Wirbels nicht dieselbe Divergenz; es sind nämlich die Härchen oder Haare in den Ausströmungen, die den Wirbelgrenzen näher liegen, weiter von einander entfernt, als dem Centrum näher, was eine nothwendige Folge des verschiedenen Zuges, welchen die Haut bei ihrer Entwickelung von den in der Tiefe liegenden Gebilden erleiden musste, ist, und dieses ist auch die Ursache, dass die spiralen Windungen ihre Richtung ändern, abbiegen, wobei der Ascensionswinkel und mit demselben die Divergenz sich ändert. Ferner sieht man und kann es messen, dass, wenn die Spirale ablenkt, die Entfernungen der zunächst auf einander folgenden Haare fast dieselben sind; mithin geht auch hier wie bei der Pflanze die vorhergehende Einpflanzungsart der Haare in die nächstfolgende nicht plötzlich, sondern durch einen oder mehrere Vermittlungsschritte über; erst im weiteren Verlaufe wird das Grösserwerden der Entfernung zwischen den einzelnen Haaren sichtbar und messbar. Durch Messungen wäre auch hier zu bestimmen, welche Glieder einer Reihe oder der auf einander folgenden Reihen bei sich ändernder Divergenz auf einander folgen.

Der spiralen Eindrehung der krausen Haare will ich hier noch Erwähnung thun; es wäre gewiss von Interesse, den Grund dieser Haarbildung zu erforschen; eben so interessant wäre es, die Ursache der Gruppirung der krausen Haare zu einer Haarflocke nachzuforschen, wie man sie auf der Haut der Pudels und an dem Fliess verschiedener Thiere findet; die verschiedene Form der Krümmung der Haare in den Haarflocken müsste man ebenfalls zu eruiren trachten. Da sich die Haare im Centrum eines convergirenden Haarwirbels zu einer Haarspitze oder einem Haarbüschel eindrehen, so wäre zu bestimmen, ob nicht jede Haarflocke ein convergirender Wirbel sei? wäre dieses der Fall, so müssten in den Zwischenräumen zwischen denselben die Centra von divergirenden Wirbeln liegen. Es könnte auch jede Haarflocke der Summe der spiral eingedrehten Haare eines divergirenden Wirbels entsprechen? dann müsste

im Mittelpunkte der Haarflocke das Centrum des divergirenden Wirbels sich vorfinden: oder endlich wäre zu ermitteln, welcher sonst andere Grund die Anordnung und Gruppirung der Haare zu dieser Form bedinge?

Forscht man nach dem inneren Grunde der Haarwirbelbildung weiter, so muss man suchen folgende Fragen zu beantworten: Was bedingt diese Anordnung der Haare in Spiralen? Was bedingt ferner die Wirbelbildung und die Lagerung der Wirbel-Centra gerade an den Stellen, wo sie vorkommen? Von was hängt das Verschieben der Wirbelmittelpunkte, das Einschalten von einem oder mehreren Wirbeln ab? Was bewirkt das Verschmelzen zweier Wirbel in einen, das Verwerfen in der Bildung der Wirbel-Centra und das Ablenken bei den verschiedenen Anomalien der Wirbelausströmungen und ihrer secundären Bildungen?

Ich will hier zuerst darauf aufmerksam machen, dass das Haar eine Bildung der Haarpapille sei, dass in derselben zahlreiche Blutgefässe und Nervenendigungen vorkommen, welche bei der Bildung der Haare betheiligt sind, dass mithin in der in gleichen Abständen und spiral auftretenden Aufeinanderfolge der Anlage und Ausbildung der Haarpapillen eher das Bestimmende der Stellung der Haare in Spirallinien zu suchen sei, und dass diese wieder in einer, in bestimmter Zeitfolge auftretenden Vermehrung und in einer in gleicher Entfernung von einander spiral vor sich gehenden Lagerung der Nervenröhrchen, welche in den Papillen endigen, und in dem ebenfalls in gleichen Zwischenräumen und nach Verlauf von bestimmten gleichen Zeitabschnitten auftretenden Vermehren und Emporwachsen der Blutgefässe eher begründet sei: dass mithin in den Bildungs- und Entwickelungsgesetzen der Nerven und der Gefässe der innere Grund dieses Phänomens zu suchen sei, unter welchem ein Vermehren der Nervenröhrchen und der Blutgefässe, mithin der Haarpapillen vor sich gehe, während die Haare selbst nur als der Reflex und das Product dieser stattgefundenen Entwickelung anzusehen sind.

Sucht man nun nach, wo im Baue des menschlichen und Thierkörpers, an welchen Organen eine analoge, in Spirallinien auftretende Lagerung und Endigung von Nervenfasern vorkomme und bereits bekannt sei, so ist es der Bau des im Labyrinthe des Gehörorganes vorkommenden Schneckengehäuses, welches gleich und zuerst auffällt. Hier an demselben fällt einem Jeden die Spirale auf, welche, wenn Messungen vorgenommen werden, sich ebenfalls als logarithmische Spirale erweisen wird, da es bereits erwiesen ist, dass die mannigfach verschiedenen Schneckengehäuse der Conchylien nach logarithmischen Spiralen geformt sind, so dass Naumann in seiner Abhandlung über den Quincunx vorgeschlagen hat, die logarithmische Spirale die Concho-Spirale zu nennen.

Gewiss wäre es von höchstem Interesse, wenn an den so schönen und vollkommen naturgetreuen Präparaten über den Bau der Gehörschnecke sowohl des Menschen, als auch der Repräsentanten aller Ordnungen der Säugethiere, welche Herr Professor Hyrtl mit ungemein grossem Aufwande von Geschicklichkeit, Mühe, Kosten und Zeit dargestellt hat und besitzt, welche auch in der darüber veröffentlichten Abhandlung[1]) abgebildet sind, Messungen angestellt würden, um mathematisch die Zahlenverhältnisse der mannigfach modificirten Spiralwindungen der Schnecke bei den verschiedenen Ordnungen der Säugethiere zu finden und in Reihen zu ordnen. Schon am knöchernen Spiralblatte, wo man die Ansteigung der Windung so deutlich sieht und messen kann, bemerkt man die Rinnen und Canäle, wo die Nerven und

[1]) Joseph Hyrtl, Über das innere Gehörorgan des Menschen und der Säugethiere, mit 9 Kupfertafeln. Prag 1845. 4.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Gefässe eingelagert sind und verlaufen. Noch interessanter wäre freilich die Erforschung der Verbreitung und Lagerung der Nervenröhren des Gehörnervens auf dem häutigen Spiralblatte, die mathematische Bestimmung der Entfernung der einzelnen Nervenröhrchen von einander während ihres Verlaufes und ihrer Endigungen an der Peripherie. Schon aus dem Gesagten folgt, und die mathematischen Bestimmungen werden es zur Gewissheit erheben, dass sowohl im Baue des knöchernen Gehäuses für die Ausbreitung des Gehörnervens, als auch in der Verbreitung und in der Lagerung der Endigungen seiner Fasern am Spiralblatte die logarithmische Spirale sich wird nachweisen lassen.

Von gleich hohem Interesse wäre gewiss die Ergründung der Anordnung der Sehnervenfasern sowohl während ihres Verlaufes, als auch die Reihenfolge in der Lagerung ihrer Endigungen auf der Kugelfläche der Retina. Auch hier müsste man die Richtungslinien der Lagerung der letzten Nervenenden des *Nervus opticus* zu bestimmen suchen, ob sie nicht ebenfalls, wie ich vermuthe, in Spirallinien geordnet liegen, und zwar in logarithmischen Spiralen, und ob sich der gelbe Fleck nicht als Centrum eines Wirbels für die Spirallinien herausstellen würde. Man könnte dann die Lagerung der letzten Enden des Sehnervens mit der Lagerung der Samen auf der Scheibe der Sonnenblume in gewisser Hinsicht vergleichen.

Forscht man weiter nach, ob für dieses spirale Auftreten in der Bildung der Haarpapillen nicht vielleicht Thatsachen und Beobachtungen an den Tastpapillen der Haut selbst oder an den Papillen anderer Epidermoidal-Gebilde sprechen, so kann ich aus meinen langjährigen Untersuchungen über die Haut und die verschiedenen Epidermoidal-Gebilde des Menschen und der Thiere folgende von mir gemachte Entdeckung anführen, welche hiefür spricht. Bei der Untersuchung der Hörner nämlich habe ich nicht blos die Verschiedenheit des mikroskopischen Baues, sondern auch den Grund der verschiedenen Form der Hörner zu eruiren getrachtet; hiebei habe ich die Entdeckung gemacht, dass die verhältnissmässig ungemein grossen Papillen an der Spitze der Knochenkegel, des Auswuchses des Stirnbeines, welcher mit einer Fortsetzung der Haut überkleidet ist, es sind, welche die in der Spitze und dem Centrum des festen Theiles der Hörner vorkommenden dicken, mit blossen Augen schon deutlich sichtbaren Hornröhren bauen. Von der verschiedenen Anordnung und Stellung dieser Papillen, von der verschiedenen Reihenfolge in der Vermehrung und Wucherung derselben und von der Menge des von ihren Blutgefässen gelieferten Hornmaterials hängt die verschiedenartige Krümmung der Hörner ab.

So habe ich gefunden, dass an der Spitze des Hornes des Rindes nur eine solche verhältnissmässig riesige Papille, und mithin nur ein centraler, nicht immer gleich dicker Horncanal vorkommt und dass von der stärkeren oder schwächeren Wucherung seiner Papille die geringe spirale Windung des soliden Theiles des Rindshornes abhängt. Bei dem einfach nach hinten gekrümmten Horne der Gemse ist während der verschiedenen Perioden der Entwickelung des soliden Theiles des Hornes die Anzahl der grossen Papillen, und mithin auch der dicken Hornröhren und die Anzahl der Reihen, in welche sie gestellt sind, verschieden gross. Anfangs sind nur wenige Papillen, die nach und nach blos eine Reihe bilden; vorne in der Reihe entstehen immer die neu emporwachsenden Papillen, hierauf vermehren sich die Reihen der Papillen auf zwei, drei, selbst mehr. Durch die stärkere Wucherung und das Emporkeimen neuer Papillen vorne in den Reihen wird im vorderen Umfange des Hornes mehr Hornzellenmaterial geliefert und die Spitze des Hornes nach und nach immer mehr nach hinten gedrückt und endlich umgebogen. Beim spiral gewundenen Horne des Schafes

findet man an der etwas breiteren, abgerundeten Spitze des Knochenkegels einen ganzen Büschel von solchen grossen Hautpapillen. Anfangs ist auch hier die Anzahl dieser Papillen gering und vergrössert sich immer mehr; sie sind in eine Spiralreihe gestellt. Die Reihenfolge, in welcher die Wucherung in diesen so geordneten grossen Papillen und das Emporwachsen neuer auftritt, befolgt somit auch eine Spirallinie. Es wird mithin an der Stelle des Umfanges des Hornes, wo eben die Gefässe der Papillen wuchern und neue sich bilden, viel mehr Zellenmaterial gebildet als an den übrigen Stellen, welches, wenn es verhornt, das Horn langsam auf die entgegengesetzte Seite drückt und biegt, und so wird durch dieses Fortschreiten der Wucherung in einer Spirallinie der spiral gewundene solide Theil des Schafhornes gebildet, während der übrige hohle, auf dem ebenfalls spiral gewundenen Knochenkegel aufsitzende Theil des Hornes der spiralen Krümmung des Knochens folgen muss. Von der Länge der Dauer dieser spiral auftretenden Wucherung in jeder dieser Papillen, von der Schnelligkeit, mit welcher die Wucherung die Spiralreihe durchläuft, wird die Menge des um und auf jeder Papille abgelagerten Hornmaterials abhängen, und mithin auch die Form der Spiralwindung des Hornes selbst, ob nämlich die Spirale ausgezogen — lang oder zusammengeschoben — kurz sich ausbildet, bedingt sein. Ich habe Präparate angefertigt, welche diese Vorgänge deutlich nachweisen und werde in meiner Abhandlung über diesen Gegenstand ausführlicher darüber abhandeln.

Diese in Spirallinien auftretende Keimung und Wucherung dieser Haarpapillen muss von einer ebenfalls eine Spirale beschreibenden Vertheilung und Ordnung der Nervenfasern und Fäserchen herrühren. Man kann demnach auch hier aus den erstarrten Producten des animalen Lebens auf den Bau und die Bildungsvorgänge Schlüsse ziehen und die Mathematik zur genaueren Begründung und Formulirung der Bildungsgesetze anwenden.

Benütze ich das bisher Gesagte, so glaube ich die gewiss nicht unbegründete Vermuthung noch aussprechen zu können, ob nicht vielleicht auch in der Anordnung der Tastpapillen der Haut selbst die Spirale in mannigfacher Modification sich wird nachweisen lassen, sei es nur an kleineren oder grösseren Abtheilungen der Hautoberfläche des menschlichen Körpers oder in ihrer gesammten Ausdehnung.

Wie sind nun die Tastpapillen auf der verschieden grossen und verschieden geformten Fläche der Weber'schen Gefühlskreise geordnet? Stehen sie auf diesen Flächen vielleicht ebenfalls in Spiralreihen geordnet und wären somit als dem Verästelungsgebiet jeder einzelnen Nervenfaser angehörig zu betrachten, welche mit ihren ebenfalls spiral geordneten Endverzweigungen die Papillen versieht? Wie verhält sich eine Summe von Nervenfasern, ein Nervenbündel zu einer grösseren Gruppe von Gefühlskreisen? Lässt sich vielleicht ein Dolden *(umbella)* oder einer Doldentraube *(corymbus)* ähnliches Auseinandergehen der Nervenfasern aus dem Nervenbündel nachweisen? Dann wäre das mehr oder weniger Nervenästchen enthaltende Verästelungsgebiet jeder einzelnen Nervenfaser mit einer Nebendolde oder einem Döldchen *(umbellula)*, welches mehr oder weniger Blüthchen trägt und die Nervenfaser selbst mit der Nebenaxe oder einem Strahl einer zusammengesetzten Dolde *(umbella composita)* vergleichbar, oder gibt es vielleicht auch eine solche Vertheilungsart einer Nervenfaser, dass sie allein mit ihren Nervenverästelungen und Endigungen eine zusammengesetzte Dolde nachahmt?

Unter den verschiedenen möglichen Arten der Vertheilung und Endigung der Nervenfasern und Fäserchen in den Hautpapillen wollte ich auf diese hier aufmerksam machen; ob

sich nun eine derartige Art der Vertheilung und Endigung der Nervenfasern nur an einzelnen grösseren oder kleineren Abtheilungen der Haut oder in ihrem gesammten Gebiete wird nachweisen lassen, müssen Untersuchungen erst lehren.

Der Ausbildung der Haarwirbel-Centra gerade an den Stellen, wo sie vorkommen, muss ein noch höherer Grund der Architektonik im Baue des menschlichen und Thierkörpers zu Grunde liegen, denn ich habe schon aus den wenigen Untersuchungen, die ich bis dato zu machen Gelegenheit hatte, gefunden, dass z. B. mit der stärkeren Ausbildung einzelner Sinne auch eine stärkere Ausbildung der divergirenden Haar- oder Federwirbel im äusseren Bereiche derselben oder das Auftreten sogar neuer, bei den übrigen Säugethieren und dem Menschen nicht vorkommenden Wirbel sich nachweisen lasse. Beim Menschen, wo der Sehsinn gegen den Geruch- und Geschmacksinn im Gesichte verhältnissmässig am stärksten ausgebildet ist, bedeckt der divergirende Augenwirbel mit seinen Ausströmungen die ganze Gesichtshälfte, denn die Nasenöffnungen und die Mundspalte bewirken keine Ablenkung der Richtung der Ausströmungen; sie werden blos übersprungen. Bei den meisten Vögeln habe ich keine eigenen Augenwirbel gefunden, die Augenlidspalte und die Augenlider liegen in einer Spalte der Ausströmungen von dem Wirbelcentrum, in welchem der Schnabel liegt. Bei den Geiern und Falken aber, wo der Blick so scharf ist, habe ich schon einen eigenen divergirenden Augenwirbel, besonders im vorderen Umfange gegen den Schnabel zu deutlich ausgebildet gefunden; noch schöner und gleichmässiger habe ich den Augenwirbel bei den Eulen, besonders schön bei der Schleiereule ausgebildet gesehen, wo die Peripherien der fast kreisrund begrenzten, gleichmässig breiten Ausströmungen der beiden Augenwirbel in der Mittellinie einander berühren. Der mit dem starken Geruchsorgane begabte Hund trägt in der Mittellinie der Nase das Centrum eines divergirenden Nasenwirbels, dessen hinterste und längste Ausströmung den Kopf bedeckt und über den Rücken bis zur Schwanzspitze sich fortsetzt. Bei den Ziegen, Gemsen und dem Steinbock, wo das Geruchsorgan so ungemein kräftig ausgebildet ist und wo die Nasenschleimhaut, welche das Labyrinth der Nasenmuscheln deckt, eine so ungemein grosse Fläche einnimmt, bildet jedes Nasenloch das Centrum eines eigenen divergirenden Nasenwirbels, so dass die Ausströmungen desselben ringsum vom Umfange jedes Nasenloches beginnen. Mitten auf der Unterlippe dieser Thiere kommt ein excentrischer divergirender Wirbel auch vor. Beim *Lama peruana alba* finde ich dasselbe. Beim *Lama huanaco* aber liegt die Mundspalte zwischen drei divergirenden excentrischen Wirbeln, von denen einer ebenfalls mitten auf der Unterlippe, und die zwei anderen nahe der Mittellinie auf jeder Hälfte der Oberlippe gelagert sind.

Bei vielen Wiederkäuern liegt das Centrum eines divergirenden Wirbels mitten auf der Oberlippe, gleich oberhalb der Mundspalte. Die Mundspalte bildet blos eine Unterbrechung der ab- und rückwärts laufenden Ausströmung dieses Wirbels, so dass die Ausströmungslinien von der Oberlippe die Mundspalte überspringend auf der Unterlippe weiter laufen, was ich beim Rennthiere *(Tarandus rangifer)* am deutlichsten ausgebildet gesehen habe. Die zwischen den Nasenlöchern aufsteigende und sich ausbreitende Ausströmung dieses Wirbels reicht beim Elendthiere, wo diese Ausbildung ebenfalls vorkommt, am höchsten hinauf. Bei denjenigen Ruminantien aber, bei welchen die Haut zwischen und um die Nasenlöcher nackt und feucht ist, sieht man von dieser Ausströmung nur einen Theil oberhalb der Nasenlöcher aufsteigen; das Wirbelcentrum ist da nicht mehr sichtbar. Das muthige Pferd hat, wie ich bereits früher beschrieben habe, auf der Stirne seinen divergirenden einfachen oder Doppelwirbel.

Um die übrigen früher aufgestellten Fragen, welche das Verschieben der Wirbelmittelpunkte, das Einschalten von neuen Wirbeln, das Verschmelzen zweier Wirbel in einen, das Verwerfen in der Bildung der Wirbel-Centra und die Bildung verschiedener Anomalien der Wirbelausströmungen und ihrer secundären Bildungen betreffen, beantworten zu können, liegen bis dato noch zu wenig Beobachtungen vor und wir wissen auch noch zu wenig darüber.

Zum Schlusse möchte ich zu diesen Fragen noch eine hinzufügen: Steht die Anordnung der Haare, der Haarpapillen und der Nervenendigungen in denselben in Spirallinien und die Bildung von Wirbeln mit dem Ein- und Ausströmen und den Bewegungsgesetzen der verschiedenen Dynamiden aus dem Mikrokosmus in den Makrokosmus und umgekehrt in einer ursächlichen Verbindung oder nicht, und in welcher? Dieses zu beantworten muss man der Zukunft überlassen.

Einen Nachtrag zu dieser Arbeit: Über die Entwickelungsgeschichte der Haarwirbel nämlich, die Abbildungen über die von mir beobachteten Anomalien der Haarwirbel, ihre Ausströmungen und secundären Bildungen, die vergleichenden Beobachtungen und Zeichnungen über die Haarwirbel der Thiere beabsichtige ich in der Folge nachzuliefern.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ERKLÄRUNG DER TAFELN.

Die Richtung der Haare am menschlichen Körper ist hier an einem Embryo in natürlicher Grösse, welcher vom Scheitel zur Sohle $13^1/_2$ W. Zoll misst, dargestellt. Die divergirenden Wirbel als primäre Bildungen sammt ihren einfachen Ausströmungen sind leicht aufzufinden, ihre divergirenden Ströme, welche näher oder entfernter vom Wirbelcentrum durch die Divergenz der Wirbelausströmungen entstehen, so wie auch die Scheidelinien der einfachen Ausströmungen, die erst an den Wirbelgrenzen divergirend werden und zur Bildung der Kreuze Veranlassung geben, sind roth bezeichnet. Die Wirbelgrenzen nebst den in denselben vorkommenden secundären Bildungen, als Kreuzen und den von ihnen aus in entgegengesetzter Richtung verlaufenden convergirenden Strömen, welche in den convergirenden Wirbeln ihr Ende finden, sind durch blaue Linien kenntlich gemacht.

TAFEL I.

Fig. 1. Front-Ansicht des Embryo.

Am Kopf sieht man die paarigen divergirenden Augen- oder Gesichtswirbel am deutlichsten sammt ihren Ausströmungen und Grenzen, die Begrenzung der zwischen die Ausströmungen des Scheitelwirbels hineingeschobenen paarigen divergirenden Ohrwirbel ist deutlich, die Ausströmungen derselben hingegen wegen der schiefen Lage der Ohrmuschel nur undeutlich sichtbar. Vom Scheitelwirbel sieht man blos den mittleren sammt den zwei seitlichen Stirn- und Schläfenströmen und das Ende der sich einrollenden Unterohrströmungen.

In den Augenbrauen liegen die Augenbraukreuze und die inneren und äusseren convergirenden Augenbrauströme; die äusseren übergehen in die convergirenden Schläfengesichtsströme, welche in den convergirenden Halswirbeln endigen. In der Mittellinie trifft man das Nasenwurzelkreuz und den absteigenden convergirenden Gesichtsstrom, der die Mundspalte überspringt und am Zungenbeinkreuz endet; der aufsteigende convergirende Gesichtsstrom ist sehr kurz und endet mit den beiden inneren Augenbrauströmen im convergirenden vorderen Kopfwirbel; in denselben fliessen der sich zuspitzende mittlere Stirnstrom und die von beiden inneren Augenwinkeln aufsteigenden Strömungen. Die länger gewordenen Härchen dieses convergirenden Wirbels rollen sich, wie man hier sieht, in eine Haarspitze ein. Vom Zungenbeinkreuz aus laufen in entgegengesetzter Richtung die convergirenden vorderen queren Halsströme, welche in dem convergirenden Halswirbel sich einrollen und endigen; hier finden noch folgende convergirende Ströme ihr Ende: der Schläfengesichtsstrom, der vom Oberohrkreuz auslaufende vordere Ohr- und der Ohrmuschelrandstrom und das Ende des vom Nackenkreuz herkommenden seitlichen queren Halsstromes, mithin fünf Ströme, die mit blauen Linien bezeichnet sind.

Von den Ausströmungen der paarigen divergirenden Augenwirbel, die vom inneren Augenwinkel als Centrum auslaufen, sind die Nasenwurzel- und Augenbrauströmungen roth bezeichnet. Der divergirende Augenspaltenstrom hat in erster Linie die hier noch kurzen Augenwimperhaare als erste Ausströmung, seine übrigen Ausströmungen bedecken das obere und untere Augenlid; die Wangen-, Backen- und Seitennasenströmungen sind leicht zu unterscheiden.

Am Halse findet man in der Mittellinie den vom Brustkreuz beginnenden aufsteigenden convergirenden Brust- und Halsstrom, der am Zungenbeinkreuz divergirend geworden endet, durch den blauen Strich kenntlich. Die rothen Linien an der Seite des Halses bezeichnen den Anfang des schräg aufsteigenden divergirenden seitlichen Halsstromes.

Auf der Brust und am Bauche liegen um den Nabel die Strömungen, welche zur Bildung des convergirenden Nabelwirbels beitragen. In der Mittellinie sieht man den vom Brustkreuz beginnenden absteigenden convergirenden Brust- und Bauchstrom im Nabelwirbel auslaufen. Der vom Bauchkreuz beginnende aufsteigende convergirende Bauchstrom endet ebenfalls im Nabelwirbel. Der absteigende Bauchstrom hingegen fliesst in den Peniswirbel. An der rechten Seitenwand des Thorax und des Bauches sieht man zwischen dem divergirenden Achselhöhlen- und Leistenwirbel einen divergirenden Seitenwirbel eingeschoben. An der linken Seite ist dies nicht der Fall, desshalb sind die mit rothen Linien bezeichneten divergirenden Ströme und die durch blaue Striche kenntlich gemachten convergirenden Grenzströme dieser Wirbel verschieden geordnet. Der absteigende divergirende seitliche Brststrom des Achselhöhlenwirbels und der aufsteigende seitliche Bauchstrom des Leistenwirbels sind beide rechts kürzer, links länger. An der linken Seite ist nur ein Seitenkreuz mit seinen zwei convergirenden Grenzströmen, wovon der vordere als schräg absteigender Bauchstrom im Nabelwirbel mündet. An der rechten Seite sind zwei Seitenkreuze; das obere ist höher gerückt, sein vorderer convergirender Strom als schräger Brust- und Bauchstrom läuft der Mittellinie zu und fällt in den absteigenden Brust- und Bauchstrom. Das untere ist das Darmbeinkreuz, sein vorderer convergirender Strom läuft als schräg absteigender Leistenstrom dem Peniswirbel zu, der hintere läuft um die Hüfte. Aus dem divergirenden Seitenwirbel an der rechten Seitenwand läuft ein aufsteigender divergirender Seitenbruststrom zum oberen Seiten-

kreuz, und ein absteigender divergirender seitlicher Bauchstrom zum Darmbeinkreuz. In der wagerechten Linie, welche beide Achselhöhlen verbindet, verlaufen die aus dem Achselhöhlenwirbel kommenden breiten queren Brustströme, durch rothe Linien kenntlich gemacht; wo sie auf einander treffen, ist das Brustkreuz ausgebildet. Hier will ich bemerken, dass die Lage des Brustkreuzes an der verhältnissmässig ruhigen Stelle des Sternums von der Lage der Basis des Herzens in der Brusthöhle, welche derselben entspricht, bedingt wird. Ihre schräg abwärts sich wendenden Ausflüsse laufen der Mittellinie zu, in den absteigenden convergirenden Brust- und Bauchstrom hinein. Die aufwärts abgelenkten Ausströmungen nehmen ihren Lauf über das Schlüsselbein, wenden sich dann auswärts, fliessen 1. in den convergirenden vorderen queren Halsstrom, winden sich 2. in den convergirenden Halswirbel hinein und werden 3. im Laufe über den *sterno-cleido-mastoideus* zum schräg aufsteigenden seitlichen Halsstrome.

Von den für die oberen Extremitäten bestimmten Ausströmungen des Achselhöhlenwirbels ist die Richtung des vorderen queren Schulterstromes durch eine rothe Linie beiderseits bezeichnet; wo diese Ausströmungen an der äusseren Fläche der Schulter divergirend werden, liegt das Deltakreuz. Die zwischen diesem Strome und den letzten Ausflüssen des queren Bruststromes liegenden divergirenden Ausströmungen, welche aufsteigend die vordere Fläche des Delta-Muskels bedecken, bilden den vorderen Schulterstrom. Die aus dem queren Schulterstrome abwärts sich wendende Strömung im Vereine mit dem inneren Armstrome umhüllen die obere Extremität. Der im *sulcus bicipitis internus* herabfliessende innere Armstrom läuft durch die *plica cubiti* in den *sulcus radialis* und schickt, wie man an der rechten Hand des Embryo sieht, bogenförmige Ausflüsse über den Armspindelrand auf die Rückenfläche des Vorderarmes. Das unterste Ende des inneren Armstromes wird divergirend und stösst auf eine divergirende Ausströmung des rudimentär entwickelten divergirenden Handwirbels und bildet mit derselben das Radialkreuz. Die längste Ausströmung des Handwirbels legt sich auf der Rückenfläche der Handwurzel an das Ende des inneren Armstromes und läuft quer zum Ellbogenrande der Hand hin. Die quer gelagerten Härchen auf den mittleren Abtheilungen der Rückenfläche der Fingerglieder, welche ebenfalls mit ihren Spitzen dem Ulnarrande zusehen, können als Fortsetzungen der queren Ausströmung dieses Handwirbels angesehen werden, während die Härchen auf der Rückenfläche des Daumens mit ihren Haarspitzen dem Radialrande zusehen, mithin in entgegengesetzter Richtung gelagert sind und als Fortsetzung der Ausströmung angesehen werden können, welche vom Centrum abwärts zum Radialrande hin gerichtet ist. Zwischen der Strömung am Daumen und an den vier übrigen Fingern besteht demnach eine Divergenz. An der linken Hand sieht man aus dem Ulnarrande des inneren Armstromes ebenfalls bogenförmige Ausflüsse, die anfangs quer laufen und dann stark aufsteigen, um den aufsteigenden convergirenden Ulnarstrom und den convergirenden Ellbogenhöckerwirbel, welche man bei dieser Lage des Vorderarmes nicht sieht, zu bilden. Der quer verlaufende rothe Strich, welcher am Ulnarrande divergirend wird und am Ulnarkreuz endet, bezeichnet die Scheidelinien dieser queren Ausströmungen. Der unter dieser rothen Linie liegende kleine Theil dieser Ausströmung wendet sich am Ulnarrande abwärts und erzeugt die innere Hälfte des absteigenden convergirenden Ulnarstromes.

Die paarigen divergirenden Leistenwirbel sind blos in geringem Umfange regelmässig ausgebildet; der rechte ist rechtswendig, der linke links gewunden. Der aufsteigende divergirende seitliche Bauchstrom ist an der rechten Seite dieses Embryo kurz und endigt am Darmbeinkreuz; an der linken hingegen lang, läuft gewunden und endet am Seitenkreuz. Die ferneren Ausströmungen des Leistenwirbels sind: die Scham- und Hüftströmung sammt den äusseren, inneren und vorderen Schenkelströmen; sie umhüllen die untere Extremität vorne, aussen und hinten, gerathen an der inneren Fläche wieder auf einander und bilden in der Mitte des Oberschenkels auf der inneren Fläche des Gracilis das Schenkelkreuz und zwei convergirende Ströme: den auf- und absteigenden inneren Schenkelstrom, durch blaue Linien in der Abbildung hervorgehoben. Der mittlere Theil des in starker Bogenkrümmung fliessenden inneren Schenkelstromes ist mit einem rothen Strich bezeichnet; er trifft senkrecht auf den mittleren Theil des äusseren Schenkelstromes, welcher in einer noch grösseren Bogenkrümmung die äussere und hintere Fläche des Oberschenkels umgriffen hat. Die auf- und abwärts aus einander weichenden Strömungen bilden das Schenkelkreuz. Der aufsteigende innere Schenkelstrom wendet sich oben nach einwärts und endigt am Peniskreuz in der *raphe scroti*. In denselben fliesst hier von vorne der obere Theil des inneren Schenkelstromes und die untere Hälfte der Schamströmung, während die obere Hälfte der Schamströmung convergirend geworden zur Bildung des Peniswirbels beiträgt. Das Scrotum ist von dem Ende des untersten Theiles der Hüftströmung bedeckt, welche um die Hüften gelaufen mit dem Ende des oberen Theiles des äusseren Schenkelstromes von hinten kommend im aufsteigenden convergirenden inneren Schenkelstrome einmündet. In den absteigenden convergirenden inneren Schenkelstrom, welcher sich windend abwärts läuft und vor dem *malleolus internus* endet, fliessen die längsten Ausflüsse des inneren Schenkelstromes und die unterste Ausströmung des äusseren Schenkelstromes hinein, welche nach einem gewundenen Laufe, nachdem sie die hintere Fläche des Oberschenkels, die Kniekehle und die Wade eingehüllt haben, in demselben enden.

An der rechten unteren Extremität sieht man die Hüftausströmung und den äusseren Schenkelstrom aus dem äusseren Umfange des Leistenwirbels beginnen und an die äussere Fläche und abwärts sich begeben. Über die Fibula windet sich dann die äussere Hälfte des äusseren Schenkelstromes ab- und vorwärts, gelangt auch über die *crista tibiæ* und trifft hier auf die Ausflüsse der inneren Hälfte, welche, nachdem sie die Wade umflossen haben, sich vorwärts wenden und mit denselben das Ende des convergirenden inneren Schenkelstromes bilden. Oberhalb und zwischen den Fussknöcheln hören diese beiden Hälften der Ausströmungen des äusseren Schenkelstromes mit vier halbkreisförmigen, deutlich begrenzten Ausläufern auf, welche beide Fussknöchel, die Achilles-Sehne und das untere Ende der Tibia vorne frei lassen. Die Richtungslinie des vorderen Schenkelstromes ist durch eine rothe Linie angedeutet. An der rechten unteren Extremität sieht man, wie sich dieser Strom in eine äussere, innere und mittlere Strömung theilt. Die mittlere, welche die kürzeste ist, endet auf der Patella, während die beiden anderen an den Seitenrändern der Kniescheibe sich etwas zusammendrängen, dieselbe umgreifen und unterhalb derselben auf der *spina tibiæ* sich schräg begegnen und einen kurzen secundären convergirenden Strom bilden, der im absteigenden inneren Schenkelstrome sein Ende findet.

Die Fussrückenwirbel sind unvollkommen ausgebildet. Die hintere Ausströmung ist sehr kurz, die vordere und seitliche lang. Die äusseren Ausflüsse verlaufen quer zum äusseren Fussrande hin. Die Härchen auf der Rückenfläche der mittleren Abtheilung

der Zehenglieder der vier kleinen Zehen liegen in Reihen, welche quer vom äusseren zum inneren Fussrande hin verlaufen, und können als Fortsetzungen der queren Ausströmungen des Fussrückenwirbels angesehen werden, welche durch die Gelenke und Zehenspalten unterbrochen sind. Die Härchen auf der Rückenfläche der grossen Zehe folgen einer entgegengesetzten Richtung und sind mit ihren Haarspitzen dem inneren Fussrande zugewendet. Auf den Zehen findet man demnach ebenfalls eine Divergenz zwischen den Härchen der grossen Zehe und denen der kleinen Zehen wie an den Fingern der Hand. In jeder dieser Abtheilungen sieht man, dass die Härchen in den hintersten Reihen mit den Spitzen rückwärts sehen und in den vordersten Reihen vorwärts abgelenkt sind wie an den Fingergliedern der Hände.

Fig. 2. Eine Ergänzungszeichnung, um die Haarrichtungen, welche das Gesäss, die Dammgegend und die äusseren männlichen Genitalien bedecken, anschaulich zu machen.

Hier sieht man deutlich, wie der aufsteigende convergirende innere Schenkelstrom am Schenkelkreuz beginnt und am Peniskreuz endet, indem er in der Rinne zwischen der inneren Fläche des Schenkels und dem Scrotum zur Raphe verläuft. Dieser convergirende Strom wird hier divergirend und trifft auf den gleichen der anderen Extremität. Die abgelenkten Strömungen beider Seiten bilden in der Raphe des Penis und Scrotums zwei kurze convergirende Ströme, von welchen der in der Raphe der Haut des Penis liegende im Peniswirbel endet. Der convergirende Dammstrom beginnt an der Afteröffnung, läuft in der Raphe des Dammes und geht in die Raphe des Scrotums über. In der Mitte der Raphe des Scrotums begegnet er dem vom Peniskreuze kommenden kurzen convergirenden Strome und legt sich an denselben, ohne ein neues Kreuz zu bilden.

Von den Ausströmungen des linken Leistenwirbels sieht man die obere Abtheilung der Schamströmung dem Peniswirbel zufliessen. Die untere Abtheilung desselben sammt der oberen und zum Theil mittleren des inneren Schenkelstromes läuft in schwachen Bogenkrümmungen in den aufsteigenden Schenkelstrom hinein. Die rothe bogenförmige Linie aus dem Leistenwirbel kommend bezeichnet die Scheidelinie der mittleren Abtheilung des inneren Schenkelstromes, welche divergirend wird, da wo sich das Schenkelkreuz befindet. Ihr entgegen sieht das divergirende Ende der mittleren Abtheilung des äusseren Schenkelstromes. Der aufwärts weichende Theil dieser Strömung legt sich an das Ende der oberen Abtheilung desselben Stromes und diese an das Ende der untersten Abtheilung der langen Hüftströmung, welche, nachdem sie die Hüfte umflossen und das Gesäss bedeckt hat, die Dammgegend und die Hälfte des Scrotums mit ihrer Strömung bekleidet. Die aufsteigenden Bogenkrümmungen aller dieser Zuflüsse bilden die hintere Hälfte des convergirenden aufsteigenden inneren Schenkelstromes. Im convergirenden Strome des Dammes und Scrotums finden die zur Mittellinie laufenden Bogenkrümmungen der untersten Abtheilung des Hüftstromes ihr Ende.

Fig. 3. Eine ähnliche Ergänzungszeichnung, um die Haarrichtungen, welche das Gesäss, die Dammgegend und die äusseren weiblichen Genitalien bedecken, darzustellen.

Der vom Schenkelkreuz beginnende aufsteigende convergirende innere Schenkelstrom gelangt an den äusseren weiblichen Geschlechtstheilen nicht zur Mittellinie, sondern endet jederseits am oberen Theile der grossen Schamlefzen, indem er sich einzurollen scheint; er nimmt hier den vom *mons veneris* kommenden Theil der Schamströmung auf, der übrige Theil der Schamströmung fliesst mit den Ausflüssen des inneren Schenkelstromes wie beim männlichen Embryo von vorne in den convergirenden aufsteigenden inneren Schenkelstrom hinein. Die über das Gesäss und die Dammgegend in Bogenkrümmungen verlaufende Endausströmung der untersten Abtheilung des Hüftstromes bedeckt die *labia majora* und begrenzt sich am seitlichen Umfange der Schamspalte. Am hinteren Umfange derselben hört der hier viel kürzere convergirende Dammstrom auf und der der Mittellinie näher liegende Theil dieser Strömung, während die obere und mittlere Abtheilung des äusseren Schenkelstromes an diese sich anschliessend von hinten her in den convergirenden aufsteigenden inneren Schenkelstrom einströmt. Am vorderen Ende der Schamspalte endet der absteigende convergirende Bauchstrom und der vom Darmbeinkreuz beginnende, schräg ab- und einwärts laufende convergirende Leistenstrom, wenn er vorhanden ist, wie in diesem Falle hier.

Fig. 4. Die Rückenfläche dieses Embryo.

Den Kopf bedecken die spiral gewundenen Wirbelausströmungen des divergirenden Scheitelwirbels. Das Centrum dieses Wirbels liegt hier nicht in der Mittellinie, sondern rechts; es ist kein Punkt, sondern eine kurze geschwungene Linie. Die längste Ausströmung dieses Wirbels ist der von zwei rothen Scheidelinien begrenzte mittlere Nackenstrom, der im Verlaufe über die Rückenwirbelsäule zum mittleren Rückenstrome wird; im Laufe abwärts immer schmäler werdend endet derselbe am unteren Ende der Rückenwirbelsäule im convergirenden Steisswirbel, dessen Härchen, wenn sie länger geworden sind, wie bei diesem Embryo, in eine Haarspitze sich einrollen, welche dem an der Schwanzspitze der Thiere vorkommenden convergirenden Haarwirbel vollkommen analog ist. Die an der äusseren Seite dieser rothen Scheidelinien liegenden Ausströmungen sind die seitlichen Nacken- oder Unterohrströme. Auf den Muskelwülsten des Nackens, wo sie von dem mittleren Nackenstrome ablenken, liegen beiderseits die Nackenkreuze; sie laufen in querer Richtung unter dem Ohre vorwärts und rollen sich in den convergirenden Halswirbel ein. Auf diese Ausströmungen folgen die hinteren Ohrströme, welche mit ihren geschwungenen Strömungslinien die hintere Fläche der Ohrmuscheln bedecken und am Rande der Helix zur Bildung des convergirenden Ohrmuschelrandstromes sich einrollen. Nach aussen und oben sieht man von den Härchen eine Haarspitze gebildet, welche an den an der spitzigen Ohrmuschel der Thiere vorkommenden convergirenden Ohrwirbel erinnert. Oberhalb der Ohrmuschel, wo sich die hinteren Ohrströme von den Schläfenströmen trennen, liegen beiderseits die Oberohrkreuze.

Die Grenzströme, welche den Scheitelwirbel und seine Ausströmungen an der Rückenfläche von den übrigen scheiden, sind die zwei von jedem Nackenkreuz beginnenden convergirenden Ströme. Der eine, der quere seitliche Halsstrom, verläuft in ∞ förmiger Krümmung zwischen dem Unterohrstrome und den abgelenkten oberen Ausflüssen des schräg aufsteigenden divergirenden seitlichen Halsstromes und fliesst in den convergirenden Halswirbel, wo er endet. Der andere, der absteigende seitliche Rückenstrom, läuft an der Seite des mittleren Rückenstromes denselben begrenzend abwärts in den convergirenden Steisswirbel hinein.

Am Nacken und Rücken des Stammes liegen seine Zuflüsse aus dem divergirenden Achselhöhlen- und Leistenwirbel, und ist zwischen beide ein oder sind selbst zwei divergirende Seitenwirbel eingeschaltet, so strömen die hinteren Ausflüsse

derselben auch ihm zu. Am Nacken bezeichnen die rothen Linien, welche schräg aufsteigen und am Nackenkreuz divergirend werden, den Lauf des seitlichen divergirenden Halsstromes; seine unteren, bogenförmig verlaufenden Ausflüsse fliessen von den Seiten in den absteigenden convergirenden seitlichen Rückenstrom. In demselben sieht man auch den vom Deltakreuz beginnenden aufsteigenden convergirenden Schulterstrom sein Ende finden, der in seinem wagerechten Laufe über die Schulter zum queren Rückenstrome wird, sich abwärts neigt und dann erst einmündet. Dieser nimmt oben noch Ausflüsse des aufsteigenden seitlichen Halsstromes und der vorderen Schulterströmung auf. Von unten ergiesst sich in denselben die vom divergirenden Achselhöhlenwirbel — hier aus der Achselfalte — kommende divergirende hintere Schulterströmung. Unterhalb derselben strömen dem seitlichen Rückenstrome die hinteren Ausflüsse des absteigenden divergirenden seitlichen Bruststromes über die Seitenwand des Thorax und das Schulterblatt kommend zu. Diese Zuflüsse sind links breiter als rechts, weil an diesem Embryo an der rechten Seitenwand des Thorax ein divergirender Seitenwirbel eingeschoben ist. Alle hinteren Ausströmungen dieses eingeschalteten Wirbels, sowohl die aus seinem aufsteigenden divergirenden Seitenbruststrome, als auch die aus dem absteigenden seitlichen Bauchstrome gelangen über die Seitenwand theils der Brust theils des Bauches und der Hüfte hieher von den zwei convergirenden Grenzströmen, welche vom Seiten- und Darmbeinkreuze beginnen, eingefasst und fliessen sammt denselben von der Seite in das Endstück des seitlichen convergirenden Rückenstromes. An der linken Seite sieht man blos einen convergirenden Grenzstrom vom Seitenkreuz kommend in den seitlichen Rückenstrom münden; unterhalb desselben verlaufen über die Seitenwand des Bauches und der Hüfte die hinteren Ausflüsse des aufsteigenden divergirenden seitlichen Bauchstromes aus dem Leistenwirbel, welche ebenfalls im seitlichen Rückenstrome dieser Seite ihr Ende finden.

An der Rückenfläche der oberen Extremitäten bemerkt man aus der Achselhöhle die hinteren queren Schulterströme hervorkommen. Die rothe Linie, welche am Deltakreuz divergirend wird, ist die Richtungslinie ihres Laufes. Die abwärts abgelenkte Strömung des hinteren queren Schenkelstromes fliesst dem vom Deltakreuz beginnenden absteigenden convergirenden äussseren Armstrome zu, welcher im convergirenden Ellbogenhöckerwirbel sich einrollend endigt. Am Ellbogenrande des rechten Vorderarmes sieht man deutlich das Ulnarkreuz und die zwei von ihm auslaufenden convergirenden Ströme. Der obere, der aufsteigende Ulnarstrom, nimmt die bogenförmigen seitlichen Ausströmungen des inneren Armstromes, welche die Rücken- und innere Fläche des Vorderarmes bedecken, auf und fliesst mit denselben in den convergirenden Ellbogenhöckerwirbel hinein. Sind die Härchen länger, so findet man hier eine eingerollte Haarspitze. Der untere, der absteigende Ulnarstrom, ist kurz und nimmt die abwärts abgelenkten, hier bereits quer verlaufenden Ausströmungen von der inneren und äusseren Fläche auf. Die rothen divergirend werdenden Linien bezeichnen die Scheidelinien dieser Ströme.

An der Rückenfläche der linken Hand bemerkt man auch das Radialkreuz und unterhalb desselben den unvollständig ausgebildeten divergirenden Handwirbel, dessen aufsteigender divergirender Strom am Radialkreuz aus einander weicht; seine breiteste Ausströmung begibt sich auf den Rücken der Hand, läuft quer zum Ellbogenrande hin und legt sich an die auf die Rückenfläche des Vorderarmes gelangte Endströmung des inneren Armstromes. Auf den mittleren Abtheilungen der Rückenfläche der Fingerglieder sieht man hier deutlich die quere Richtung der Härchen, die ebenfalls mit ihren Haarspitzen dem Ulnarrande zusehen. Nur die Härchen der Rückenfläche des Daumens haben eine entgegengesetzte Richtung, so dass zwischen Daumen und den vier übrigen Fingern eine Divergenz in der Haarrichtung waltet. In jeder Abtheilung sind die Spitzen der Härchen in der obersten Reihe aufwärts, und in der untersten Reihe abwärts abgelenkt.

Die Hüftausströmungen aus beiden Leistenwirbeln winden sich oberhalb und unter dem *trochanter major* auf die hintere Fläche des Beckens und des Gesässes; die obersten Abtheilungen dieser Hüftausströmungen fliessen von den Seiten noch in den convergirenden Steisswirbel hinein und werden, nachdem sie die Mittellinie erreicht haben, auf dem Steissbein divergirend und bilden hier das Steisskreuz. Das aufwärts abgelenkte Ende dieser Strömung fliesst von unten in den convergirenden Steisswirbel. Der abwärts sich wendende Theil bildet einen kurzen convergirenden Strom, welcher am hinteren Umfange der Afteröffnung sich begrenzt; an diese schliesst sich das Ende der mittleren Hüftströmung an, welche mit einem Theile in die *crena clunium* sich begibt und am seitlichen Umfange der Afteröffnung endigt; der andere Theil erreicht die Mittellinie und bildet den convergirenden Dammstrom. Die untersten Abtheilungen der Hüftausströmungen laufen über den unteren Rand des Gesässes, erheben sich, laufen über die Dammgegend, bedecken das Scrotum und gelangen bis zum Peniskreuz. In der Mittellinie bilden die beiderseitigen sich begegnenden Endströmungen den convergirenden Strom in der *raphe scroti*; ihre äusseren Ausflüsse münden in das Ende des aufsteigenden inneren Schenkelstromes.

An beiden unteren Extremitäten sieht man die Schenkelkreuze und ihre auf- und absteigenden convergirenden inneren Schenkelströme deutlich.

Wie breit und mächtig der äussere Schenkelstrom ist, sieht man an den unteren Extremitäten dieses Embryo, denn er bedeckt mit seinen Ausströmungen die äussere und hintere Fläche des Ober- und Unterschenkels. Die rothen bogenförmigen Striche, die an den Schenkelkreuzen divergirend werden, bezeichnen die Strömungslinie der mittleren Abtheilung des äusseren Schenkelstromes. Die obere Abtheilung und ein Theil der mittleren dieses Stromes, nachdem sie die äussere und hintere Fläche des Oberschenkels bedeckt haben, fliessen sich erhebend von hinten in den aufsteigenden inneren Schenkelstrom. Die untere Hälfte der mittleren Abtheilung wird abwärts gezogen und fliesst schon in den absteigenden convergirenden inneren Schenkelstrom. Die unterste längste und breiteste Abtheilung dieses äusseren Schenkelstromes windet sich von der äusseren Fläche in die Kniekehle und auf die Wade, und von hier aus wendet sich die äussere und innere Hälfte dieser letzten Ausströmung vorwärts, um im Endstücke des absteigenden inneren Schenkelstromes zu münden. Die Spaltung in die äussere und innere Hälfte dieser Strömung geschieht auf der Fibula, wie man dieses am linken Unterschenkel dieses abgebildeten Embryo sieht. Die Theilung jeder dieser zwei Hälften wieder in zwei Endausläufer, die halbkreisförmig begrenzt oberhalb und zwischen den Fussknöcheln endigen, so dass die Fussknöchel und die Achilles-Sehne frei bleiben, ist in der Abbildung leicht zu unterscheiden.

Fig. 5. Eine Ergänzungszeichnung, welche ein unvollkommenes Verschmelzen zweier divergirender Wirbel in einen Doppelwirbel am Scheitel versinnlicht.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

Die Wirbel-Centra liegen zu beiden Seiten der Mittellinie. Die Mittelpunkte der Wirbel sind keine einfachen Punkte, sondern kurze ∞förmige Linien. Der rechte Wirbel ist linkswendig, der linke rechts gewunden. Die Wirbelausströmungen sind vom Centrum aus in einem mässigen Umfange regelmässig ausgebildet und stellen eine Summe von Spirallinien dar, deren jede höchst wahrscheinlich eine logarithmische Spirale ist, welche mithin nicht im Mittelpunkte, sondern in dessen Nähe aus dieser ∞förmigen Linie beginnen. Diese spiralen Ausströmungen, welche an den Seiten des Schädelgewölbes verschieden abgelenkt werden, gerathen in der Mittellinie auf und an einander. Die in der Verbindungslinie beider Mittelpunkte auf einander treffenden Ausströmungen weichen nach vorne und hinten aus; dadurch entsteht hier ein Scheitelkreuz und zwei von demselben ausgehende convergirende Ströme, von welchen sich einer nach vorne, der andere nach rückwärts wendet. Im weiteren Laufe legen sich die Ausströmungen an einander, laufen eine Strecke fast parallel und die Haare an diesen Stellen schieben sich auch über einander; hierauf wenden sie sich von der Mittellinie ab und fliessen über die Stirn und das Hinterhaupt hinab.

TAFEL II.

Zwei Seitenansichten desselben Embryo zur Vervollständigung des Bildes.

Fig. 1. Die ganze rechte Seite des Embryo, der rechte Arm erhoben, um die Achselhöhle und die innere Fläche des Oberarms sehen zu können.

Die Seitenwand des Kopfes ist von den Ausströmungen des Scheitelwirbels bedeckt. Aus dem nach rechts verschobenen Mittelpunkte dieses divergirenden Wirbels sieht man, wie die Ausströmungen in spiralen Windungen auslaufen und dann abbiegen. Der mittlere Stirnstrom ist nach links geknickt. Der äussere Stirnstrom endet, die obere Hälfte der Augenbrauen bildend, im convergirenden äusseren Augenbraustrome. Eine rothe Scheidelinie bezeichnet die Grenze zwischen dem Schläfen- und hinteren Ohrstrome. Oberhalb der Ohrmuschel werden diese Strömungen divergirend, weil zwischen dieselben und den seitlichen Nacken- oder unteren Ohrstrom der divergirende Ohrwirbel eingeschoben ist und von ihnen umfasst wird. An der Stelle des Auseinanderweichens liegt das Oberohrkreuz. Von diesem aus laufen zwei convergirende Grenzströme, der vordere Ohr- und der Ohrmuschelrandstrom, welche beide auf dem Winkel des Unterkiefers zusammenmünden und in den convergirenden Halswirbel einströmen. Der Schläfenstrom ist zwischen den vorderen Ohr- und den convergirenden Schläfengesichtsstrom, die Fortsetzung des äusseren Augenbraustromes, eingeschoben; sein zugespitztes Ende rollt sich im convergirenden Halswirbel ein, wohin sich auch der untere Ohrstrom sammt seinem Grenzstrome, dem convergirenden queren seitlichen Halsstrome, begibt. Die Ausströmungen des divergirenden Ohrwirbels sieht man in dieser Ansicht am deutlichsten; sein Centrum liegt im äusseren Gehörgange, dem Tragus nahe. Seine aufsteigende Strömung fliesst über den Rand der Helix und wird am Oberohrkreuze divergirend; zu dem nach vorne abgelenkten Theile gesellen sich die Ausflüsse, welche oberhalb und unterhalb des Bockes hervorströmen. Aus diesen drei Abtheilungen entsteht die abwärts fliessende, sich zuspitzende vordere Ohrströmung, welche bei erwachsenen Männern die hinter dem Backenbarte und vor dem Ohre liegende kleine Fläche, auf der nur kleine Härchen vorkommen, bedeckt. Die hinteren und unteren Ausströmungen des Ohrwirbels fliessen dem Ohrmuschelrandstrome zu und tragen mit ihren längsten Härchen zur Bildung der am hinteren und oberen Rande der Windung sich ausbildenden Haarspitze bei. Die Form der Fläche, welche der excentrische Augen- oder Gesichtswirbel mit seinen divergirenden Ausströmungen bedeckt, nebst seinen Grenzströmen und Kreuzen sieht man in dieser Seitenansicht deutlich.

Der divergirende Achselhöhlenwirbel ist nur in einem kleinen Umfange regelmässig ausgebildet; die aus den abgelenkten Ausströmungen hervorgehenden divergirenden Ströme sind roth bezeichnet. Der absteigende seitliche Bruststrom begibt sich, in einer geschwungenen Linie nach vorne gebogen, abwärts und endigt am Seitenkreuz. Mit ihm läuft eine Strecke gemeinschaftlich der quere Bruststrom zu seinem in der Mittellinie gelegenen Brustkreuze. Der vordere und hintere quere Schulterstrom umgreift von der Achselhöhle aus die Schulter und endigt am Deltakreuz. Zwischen beiden, im *sulcus internus bicipitis* rinnt der innere Armstrom, welcher durch die *plica cubiti* in den *sulcus radialis* gelangt. Von den convergirenden Strömen, in welchen die Ausflüsse des inneren Armstromes, nachdem sie den Ober- und Vorderarm umgriffen haben, sich begegnen, sieht man an dem erhobenen Arme die vom Ulnarkreuze auslaufenden ab- und aufsteigenden Ulnarströme. Der letztere mündet sammt dem Ende des absteigenden äusseren Armstromes im convergirenden Ellbogenhöckerwirbel. Unterhalb der rothen Striche, welche den Lauf des vorderen und hinteren queren Schulterstromes bezeichnen, verlaufen die vorderen und hinteren divergirenden Schulterströmungen aufwärts. An diese schliessen sich vorne die aus dem breiten queren Brustströme kommenden Ausflüsse an, welche über das Schlüsselbein aufwärts zum Halse sich begeben und am Zungenbein- und Nackenkreuze und in den sie verbindenden Grenzströmen, sowie auch im convergirenden Halswirbel ihr Ende finden. Die schräg abwärts laufenden Ausflüsse des queren Bruststromes überspringen die Brustwarze und den Warzenhof und münden nebst der vorderen Ausströmung des absteigenden divergirenden seitlichen Bruststromes in den vom Seitenkreuz auslaufenden schräg absteigenden convergirenden Grenzstrom, sowie auch in den vom Brustkreuz beginnenden absteigenden convergirenden Brust- und Bauchstrom, der im convergirenden Nabelwirbel ausläuft. Vom Brustkreuz aufwärts zum Zungenbeinkreuz läuft in der Mittellinie der aufsteigende convergirende Brust- und Halsstrom. Die hinteren Ausströmungen des absteigenden divergirenden seitlichen Bruststromes begeben sich unterhalb der divergirenden hinteren Schulterströmung in Bogenkrümmungen über die Seitenwand des Thorax und den Winkel des Schulterblattes, steigen dann abwärts und fliessen in den convergirenden seitlichen Rückenstrom hinein.

Die Seitenwand der Brust und des Bauches bedecken die Ausströmungen des an dieser Seite eingeschobenen divergirenden Seitenwirbels; sein ganzes Verbreitungsgebiet und alle seine Grenzströme sind sichtbar. Die Wirbelströmung ist links gewunden; aus derselben beginnen zwei divergirende mit rothen Linien bezeichnete Ströme: der aufsteigende seitliche Bruststrom endet am Seitenkreuz, der absteigende seitliche Bauchstrom am Darmbeinkreuz. Der vordere

vom Seitenkreuz beginnende convergirende Grenzstrom mündet im absteigenden convergirenden Brust- und Bauchstrome, der hintere läuft quer über die Seitenwand des Thorax, steigt abwärts und erreicht den seitlichen Rückenstrom. Von den vom Darmbeinkreuz auslaufenden convergirenden Grenzströmen endet der vordere schräg absteigende Leistenstrom im convergirenden Peniswirbel, der hintere umfliesst den obersten Theil der Hüfte und fällt in den convergirenden Steisswirbel. Die vorderen Ausflüsse aus dem divergirenden Seitenwirbel und seinen auf- und absteigenden divergirenden Strömen bedecken die Brust, den Bauch vorne und ergiessen sich in den convergirenden Nabelwirbel, in den convergirenden absteigenden Brust- und Bauchstrom, ferner in die zwei vom Bauchkreuz auslaufenden auf- und absteigenden convergirenden Bauchströme, von denen der obere im convergirenden Nabel-, der untere im convergirenden Peniswirbel sein Ende findet. Die rückwärts laufenden Ausflüsse umhüllen unten den Thorax, die Weichen und den obersten Theil der Hüfte und fliessen dem convergirenden seitlichen Rückenstrome zu.

Über die rechte Hüfte und das Gesäss sieht man die vom Leistenwirbel kommenden drei Abtheilungen der Hüftströmung oberhalb des Trochanters, über dem Trochanter und unter demselben fast quer verlaufen und zum Theil im convergirenden Steisswirbel, am Steissbeinkreuz und im auf- und absteigenden Steiss- und Dammstrome endigen.

Die äussere Fläche des Ober- und Unterschenkels ist von der oberen, mittleren und längsten unteren Abtheilung der Ausströmungen des äusseren Schenkelstromes bedeckt. Die rothe bogenförmige Linie deutet die Scheidelinie der mittleren Abtheilung an, welche an der inneren Fläche am Schenkelkreuz divergirend wird. Am Unterschenkel sieht man die äussere Hälfte der untersten und längsten Ausströmung längs der hervorragenden Fibula in zwei Ausläufer sich spalten, von denen der hintere die Wade umhüllt und abwärts zwischen der Achilles-Sehne und dem äusseren Fussknöchel halbkreisförmig begrenzt endigt. Der vordere läuft über die vordere äussere Fläche des Unterschenkels und hört ebenfalls halbkreisförmig begrenzt zwischen dem unteren Ende der Tibia und dem äusseren Fussknöchel auf. Die langen Ausströmungen der äusseren Abtheilung des vorderen Schenkelstromes schieben sich am äusseren Rande der Patella zusammen und wenden sich unter derselben vorwärts, bilden auf der *crista tibiæ* mit dem Ende der inneren Abtheilung einen kurzen convergirenden Nebenstrom. Die kürzeste mittlere Abtheilung endet auf der Kniescheibe.

Vom unvollkommen entwickelten divergirenden Fussrückenwirbel sieht man blos die äusseren längeren und quer gelagerten Ausströmungen und die quere Lage der Härchen auf den mittleren Abtheilungen der Rückenfläche der Zehenglieder der vier kleineren Zehen.

Fig. 2. Die rechte Seite eines Embryo. Die rechte obere Extremität liegt herabhängend an der Seite des Stammes, um die äussere Fläche der Schulter, des Ober- und Vorderarms, sowie auch die Rückenfläche der Hand sehen zu können. Die rechte Hälfte des Beckens sammt der ganzen rechten untern Extremität ist durch einen senkrechten Schnitt in der Mittellinie und durch einen horizontalen Schnitt entfernt, um die ganze innere Fläche der linken unteren Extremität sammt den männlichen äusseren Geschlechts-Organen darstellen zu können.

Von den Ausströmungen des divergirenden Scheitelwirbels sieht man in dieser Darstellung deutlicher, wie der hintere Ohrstrom von der Seitenwand des Kopfes in gedrängten zusammengeschobenen bogenförmigen Strömungslinien zur hinteren Fläche der nach vorne gebogenen Ohrmuschel gelangt, dieselbe ganz bedeckt und am Rande der Helix mit seinen längsten Härchen die hintere Hälfte der Ohr-Haarspitze bildet, während die anderen im Ohrmuschel-Randstrome endigen; ferner ist hier der ganze Verlauf des seitlichen Nacken- oder untern Ohrstromes und sein eingerolltes Ende, die Trennungsstelle desselben vom mittleren Nackenstrome, der zum mittleren Rückenstrome wird und am convergirenden Steisswirbel endiget, viel deutlicher sichtbar. An dieser Trennungsstelle liegt das Nackenkreuz; von diesem abwärts läuft der seitliche convergirende Rückenstrom dem convergirenden Steisswirbel zu und in einer αförmigen Krümmung vorwärts der seitliche convergirende quere Halsstrom, welcher sammt dem Ende des vorderen convergirenden Ohrstromes als Grenzströme die untere Ohrströmung begleiten und gemeinschaftlich im convergirenden Halswirbel endigen. Der divergirende Augenwirbel, seine Ausstömungen, seine convergirenden Grenzströme und Kreuze sind wie in der vorigen Figur ganz gleich dargestellt.

Von den divergirenden Ausströmungen des Achselhöhlenwirbels, die mit rothen Linien bezeichnet sind, ist in dieser Figur der absteigende divergirende seitliche Bruststrom länger und trifft am Seitenkreuz auf den aufsteigenden divergirenden seitlichen Bauchstrom, der aus dem Leistenwirbel kommt, weil hier der Fall abgebildet ist, wo kein divergirender Seitenwirbel eingeschaltet ist. Mit dem Seitenkreuz sind auch die zwei von ihm ausgehenden convergirenden Grenzströme herabgerückt. Der breite quere Bruststrom, der vordere und hintere quere Schulterstrom, alle drei roth markirt, das Brust- und Deltakreuz, so wie auch das Centrum des divergirenden Achselhöhlenwirbels liegen in einer horizontalen Linie. Der aus den oberen Ausflüssen des queren Bruststroms hervorkommende, über das Schlüsselbein und den *sterno-cleido-mastoideus* schräg aufwärts steigende divergirende seitliche Halsstrom ist ebenfalls roth bezeichnet, er endiget am Nackenkreuz; seine oberen Ausflüsse biegen sich um, um in den convergirenden seitlichen queren Halsstrom zu gelangen, seine unteren Ausströmungen laufen bogenförmig anfangs quer, dann abwärts und münden in den convergirenden seitlichen Rückenstrom.

Die Ausströmungen des Achselhöhlenwirbels, welche die obere Extremität bedecken, kommen von innen, umgreifen die Schulter und den Oberarm vorne und hinten und treffen aussen wieder zusammen. Wo der vordere und hintere quere Schulterstrom senkrecht auf einander treffen, liegt das Delta- oder Schulterkreuz. Die aufsteigende Abtheilung dieser Ströme sammt der divergirenden vorderen und hinteren aufsteigenden Schulterströmung begegnen sich im aufsteigenden convergirenden Schulterstrome wieder, der vom Deltakreuz beginnt, aufsteigt, dann wagrecht läuft, zum queren Rückenstrome wird, sich herabsenkt und im seitlichen convergirenden Rückenstrome endigt. Die absteigenden Abtheilungen des vorderen und hinteren queren Schulterstromes sammt den seitlichen Ausflüssen des inneren Armstromes kommen im absteigenden convergirenden äusseren Armstrome wieder zusammen, der am Deltakreuz beginnt und in dem convergirenden Ellbogenhöckerwirbel sich einrollend endiget. Am Ellbogenrande des Vorderarms sieht man das Ulnarkreuz und von demselben aus den absteigenden und aufsteigenden convergirenden Ulnarstrom beginnen, welcher letztere die aus dem inneren Armstrome

Digitized by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

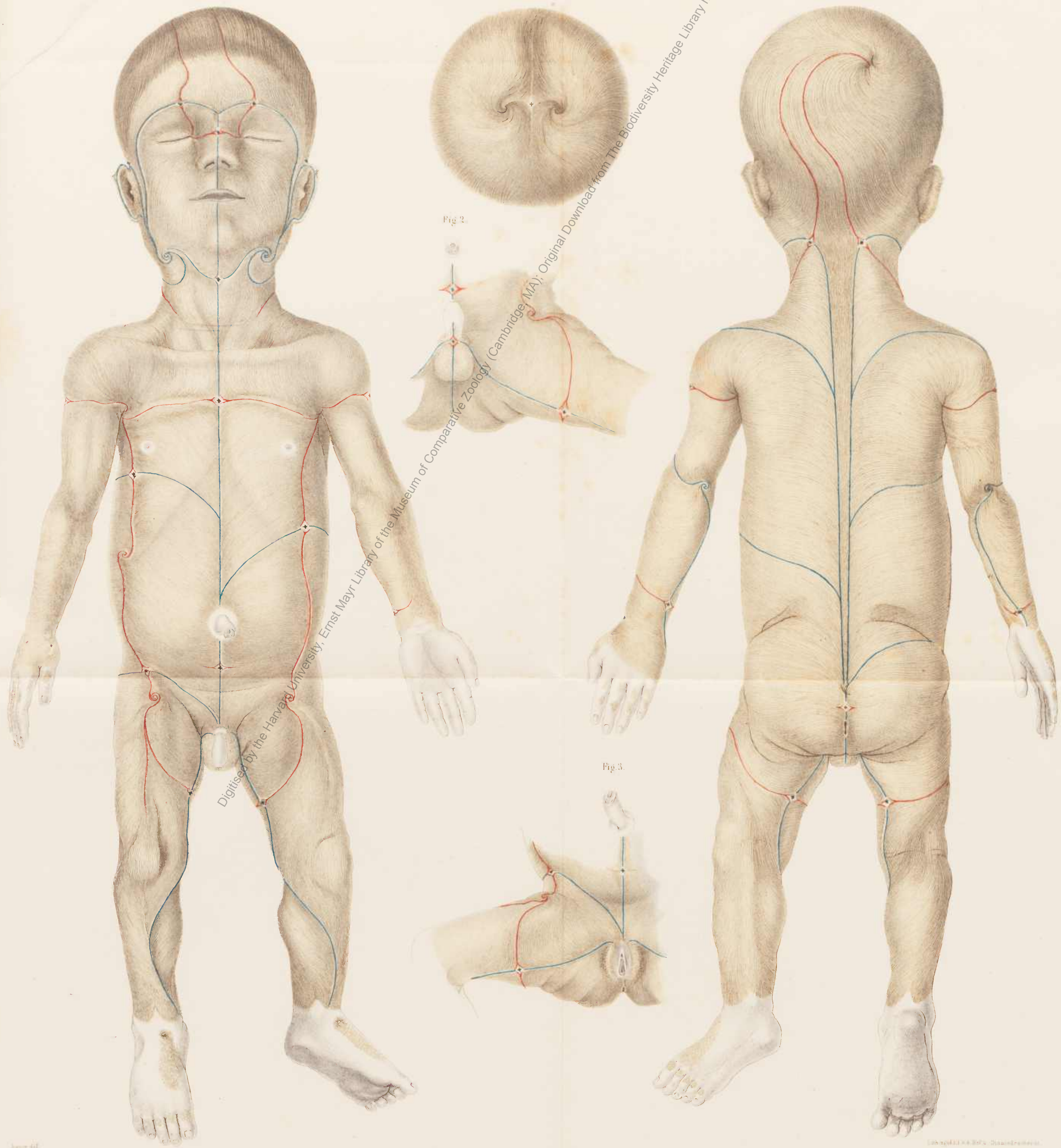
hervorkommenden Ausflüsse, und zwar sowohl diejenigen, welche die äussere, als auch diejenigen, welche die innere Fläche des Vorderarms mit ihren Bogenkrümmungen bedecken, aufnimmt und dem convergirenden Ellbogenhöckerwirbel zuführt. Der Rest der Ausströmungen des inneren Armstromes, welcher unterhalb der rothen Scheidelinien, welche am Ulnarkreuz divergirend werden, liegt, läuft quer, hüllt die äussere und innere Fläche des untersten Theiles des Vorderarmes und der Handwurzel ein und fliesst am Ellbogenrande in dem absteigenden convergirenden Ulnarstrome zusammen. Wo am Radialrande das unterste Ende des inneren Armstromes aus einander weicht, liegt das Radialkreuz, und unterhalb desselben findet man das Centrum des unvollkommen entwickelten divergirenden Handwirbels. Seine aufsteigende Strömung wird am Radialkreuz divergirend. An der Rückenfläche der Mittelhand sieht man seine breiteste Ausströmung, welche sich an die End-Ausströmung des inneren Armstromes anlegt und am Ulnarrande der Hand frei endigt. Nach abwärts und dem Radialrande zu wendet sich der Rest seiner Ausströmungen. Die an der Rückenfläche des Daumens quer gelagerten Härchen gehören zu dem Theile seiner Ausströmung, welche dem Radialrande zufliesst, weil die Spitzen der Härchen ihm zusehen, während die auf der mittleren Abtheilung der Rückenfläche der übrigen Finger in querer Richtung mit den Haarspitzen dem Ulnarrande zu gelagerten Härchen der viel stärkeren äusseren Ausströmung angehören, welche hier durch die Gelenke und Spalten der Finger unterbrochen ist. Die Härchen in der obersten Reihe jeder dieser mittleren Abtheilungen sind aufwärts, die in der untersten Reihe abwärts abgelenkt..

An der inneren Fläche der linken untern Extremität bemerkt man in der Abbildung am Rande des Beckendurchschnittes hinten die Haarspitze des convergirenden Steisswirbels, unter demselben das Steisskreuz sammt seinen auf- und absteigenden convergirenden Steissströmen. Der absteigende Steissstrom endiget am hinteren Umfange der Afteröffnung, am vorderen beginnt der convergirende Dammstrom, der in der *raphe scroti* vorwärts läuft und am Peniskreuz endiget. An der schmalen Hautpartie des Gesässes, welche in die *crena clunium* sieht und in der Mittellinie endiget, sieht man die oberste Abtheilung der Hüftströmung im convergirenden Steisswirbel am Steisskreuz und in seinen convergirenden Strömen endigen. Die mittlere begrenzt sich am seitlichen Umfange der Afteröffnung und fliesst in den convergirenden Dammstrom. Die unterste bedeckt das Scrotum mit ihrem Endausläufer.

An der inneren Fläche des Oberschenkels am hinteren Rande des Gracilis in der Mitte des Oberschenkels liegt das Schenkelkreuz. Von demselben beginnt der aufsteigende convergirende innere Schenkelstrom, der am Peniskreuz endiget. Der absteigende convergirende innere Schenkelstrom windet sich vom Schenkelkreuz abwärts und läuft vor dem innern Fussknöchel aus. Die rothen bogenförmigen Linien, die am Schenkelkreuz divergirend endigen, bezeichnen die Richtung der mittleren Abtheilung des inneren und äusseren Schenkelstromes. In den aufsteigenden inneren Schenkelstrom münden: die abgelenkte obere Partie dieser mittleren Abtheilung und die ganze obere Abtheilung des inneren und äusseren Schenkelstromes, welche am Oberschenkel fast quer verlaufen. In den absteigenden inneren Schenkelstrom fliessen: die untere Hälfte dieser mittleren Abtheilung und die längsten untersten Ausströmungen des inneren und äusseren Schenkelstromes. Die innere Hälfte des äusseren Schenkelstromes sieht man um die Wade vor und abwärts sich winden, und zwischen der Achilles-Sehne und dem inneren Fussknöchel mit einem halbkreisförmigen deutlich begrenzten Ausläufer endigen. Der Rest der äusseren Hälfte läuft über den vorderen Schienbeinsrand noch hinüber und endiget ebenfalls mit einem halbkreisförmig begrenzten Ausläufer vor dem inneren Fussknöchel. Die innere Abtheilung des vorderen Schenkelstromes schiebt sich am inneren Seitenrande der Kniescheibe zusammen und wendet sich unterhalb derselben ab- und vorwärts, wo sie mit der äusseren Abtheilung einen convergirenden Nebenstrom bildet. Die kürzeste mittlere Abtheilung des vorderen Schenkelstromes endigt auf der Kniescheibe.

Am Fussrücken ist der divergirende Fussrückenwirbel nur rudimentär ausgebildet; seine hinterste Ausströmung ist sehr kurz, seine vorderste die längste, seine innere ist mit den Haarspitzen einwärts gerichtet; zu der letzteren gehören die Härchen auf der Rückenfläche der grossen Zehe, die mit ihren Spitzen ebenfalls einwärts sehen.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at



Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/;

Fig. 1.

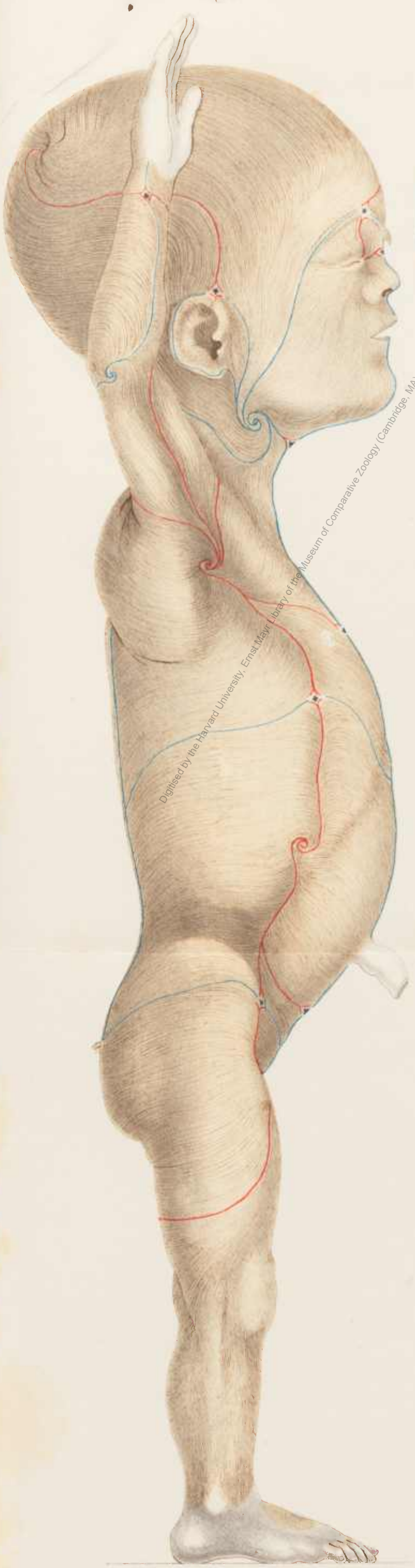
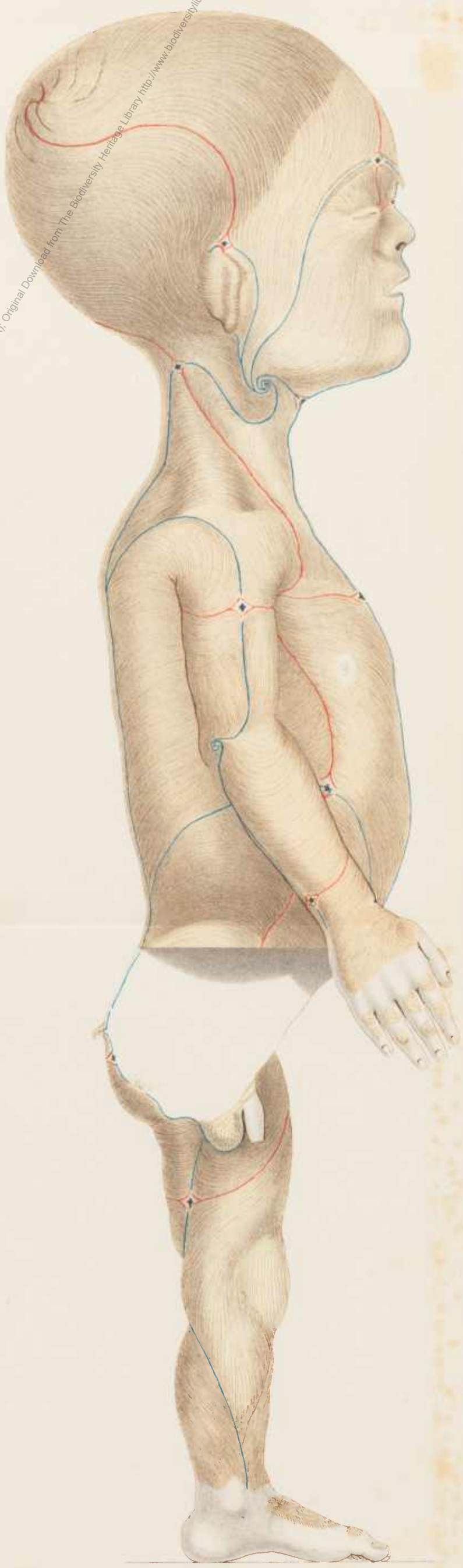


Fig. 2.



Autor del. Lith. u. ged. i. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei.

Digitised by the Harvard University, Ernst Mayr Library of the Museum of Comparative Zoology (Cambridge, MA); Original Download from The Biodiversity Heritage Library http://www.biodiversitylibrary.org/; www.biologiezentrum.at

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl. Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt: Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.

Jahr/Year: 1857

Band/Volume: 13_2

Autor(en)/Author(s): Voigt Christian August

Artikel/Article: Abhandlungen über die Richtung der Haare am menschlichen Körper. (Mit II Tafeln) 1-50