© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Handskelett und Hyperdaktylie.

Von **J. Kollmann.**

Mit Tafel VIII.

In der Organisation der Hand der Wirbelthiere liegt der Schlüssel für eine zufriedenstellende Deutung der Hyperdaktylie [1]) des Menschen, und es müssen zu diesem Zweck alle Einzelheiten des Baues in Betracht gezogen werden, um eine endgiltige Entscheidung herbeizuführen. Denn noch immer stehen sich zwei Anschauungen unvermittelt gegenüber. Nach der einen wird die Hyperdaktylie als eine Missbildung, nach der anderen als ein besonderer Fall von Erblichkeit, als Atavismus bezeichnet. Ist sie das erstere, dann gehört ihr Studium in das Gebiet der Teratologie [2]) des menschlichen Organismus und nicht mehr in dasjenige der Morphologie. Ist Hyperdaktylie jedoch eine Erscheinung des Rückschlages, dann wächst die Bedeutung für die Stammesgeschichte des Menschen wie der Wirbelthiere fast ins Unmessbare, denn dann wird Hyperdaktylie nicht nur ein Zeichen

[1]) Statt Polydaktylie mit Albrecht.

[2]) τέρας Ungeheuer, Monster; Teratologie, Lehre von den Monstrositäten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

alter gemeinsamer Organisation des Brustgliedes, sondern zugleich eine bedeutungsvolle Veranlassung, die Frage zu erörtern, ob nicht die siebenfingerige Form auf einen siebenfingerigen Urahnen zurückweise, wie dies ja schon wiederholt behauptet worden ist. [1])

Die für das Graben adaptierte, aber sonst typisch gebaute fünffingerige Hand des Maulwurfes (Fig. 2) eignet sich vortrefflich zu einem ersten Vergleich, welcher Veränderungen die nämlichen Elemente innerhalb des Säugethierstammes fähig sind. Neben ihr erscheinen die Schwimmflosse des Delphins (Fig. 3), der Flügel der Fledermaus (Fig. 4) und die Hand des Menschen (Fig. 1) wie verschiedene Extreme in Form und Funktion, und dennoch überall dieselben Elemente: Carpus, Metacarpus und Phalangen eines fünffingerigen Brustgliedes. In der grossen Klasse der Sauropsiden ist die Mannigfaltigkeit mit Hilfe derselben Elemente noch grösser. Die Hand unserer Eidechse (Fig. 5) mag hier als Ausgangspunkt dienen; die der Landschildkröten hat den nämlichen Typus zwar grösstentheils erhalten (Fig. 6) trotz bedeutender Umgestaltung des übrigen Körpers, aber bei den Seeschildkröten ist die Hand in eine Flosse verwandelt worden. Eine ähnliche Umwandlung geschah innerhalb des Reptilienstammes noch einmal. Bei einer vorweltlichen Form der Krokodilier wurde die Hand ebenfalls in eine Flosse verwandelt, nämlich bei den Wasserechsen, den Ichthyosauriern, deren Handskelett

---

[1]) Für die historische Seite dieser Frage siehe Meckel, J. Fr., Handb. d. path. Anat., Leipzig 1812. Darwin, Das Variieren etc., und Abstammung des Menschen. Haeckel, Anthropogenie. Gegenbaur, Jenaische Zeitschr., Bd. V, und Morphol. Jahrbuch, 1880. Virchow, Descendenz und Pathologie, dessen Archiv Bd. 103, 1886.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

(Fig. 7) für die Erklärung der Hyperdaktylie des Menschen schon herbeigezogen wurde. Innerhalb des Reptilienstammes ist endlich u. a. auch noch das Problem des Fluges gelöst worden (Pterodactylus, Fig. 8).

Trotz dieser auffallenden Modifikationen steht die anatomische Gleichwerthigkeit nicht allein sämmtlicher eben genannter Brustglieder, sondern auch der einzelnen Abtheilungen der Hand (Carpus, Metacarpus und Phalangen) unbestritten fest. Das nämliche gilt von dem Handskelett der Batrachier (Fig 9 von einem Urodelen, Salamandra mac.). Mit anderen Worten: die einzelnen Knochenelemente rühren in der ganzen Reihe der Säuger, der Sauropsiden und der Batrachier von einer gemeinsamen Grundform her, welche alle diese Elemente besass und mit der nämlichen Gliederung durch alle geologischen Zeiträume, also von der Kohlenperiode an bis herauf in unsere Tage vererbt hat. Nicht bloss die eben genannten Klassen zeigen diese Merkmale der Hand, sondern auch der Mensch (Fig. 1). Die vererbende Kraft der Organismen ist also eine nahezu unbegrenzte nach dieser Seite hin. Jeder Finger, der von Batrachiern der Kohlenperiode bis herauf zu uns gekommen, ist ein werthvolles Zeugniss für tiefgehende Verwandtschaft der Organisation. Wir dürfen dies auch so ausdrücken: jeder unserer Finger ist ein Rückschlag bis auf den Atavus der pentadaktylen Wirbelthiere. Dabei muss noch besonders betont werden, dass die nämliche vererbende Kraft auch die Wiederentstehung der einzelnen Knochen in dem Carpus und Metacarpus beherrscht. Die strenge Regel in der Ueberlieferung der einzelnen Theile geht am besten aus der unten stehenden Tabelle hervor. Die nämlichen Buchstaben bezeichnen die nämlichen Elemente der Hand: Radiale, Ulnare und Intermedium

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

treten überall durch alle Klassen auf, und dasselbe ist mit den übrigen Knochen der Hand der Fall.

Man wird zugeben müssen, dass sowohl in der Tabelle als in den Abbildungen zahlreiche und unleugbare Beweise für eine weitgehende vererbende Kraft, die auch die Hand des Menschen beherrscht, niedergelegt sind (siehe die Tabelle auf Seite 608).

Bei einer grossen Zahl der Stapedifera[1]) finden sich nun ausser den bekannten fünf Fingern noch Rudimente von Fingern, welche nicht frei aus der Haut hervorstehen, sondern unter ihr verborgen und oft sehr schwer aufzufinden sind. Diese Rudimente, bestehend in Knochen, Knorpeln und Bandmassen, bald einzeln, bald zusammenhängend, werden seit einiger Zeit als Reste „verlorener Strahlen“ angesehen, d. h. als Reste verlorener Finger.

Diese Auffassung der theilweise schon längst bekannten knöchernen oder bindegewebigen Gebilde verändert wesentlich die Beurtheilung einzelner Fälle der Hyperdaktylie, denn solche „Fingerrudimente“ sind auch bei dem Menschen gefunden worden. Tritt also bei ihm Hyperdaktylie an der ulnaren oder radialen Seite der Hand auf, so erblickt man darin heute mit mehr Recht als früher einen Rückschlag und nimmt an, dass aus diesen alten Resten heraus die Wiedergeburt der längst verlorenen Finger erfolgt sei. Man muss zugeben, dass dieser Gedankengang etwas sehr Ansprechendes hat, allein bis heute fehlt noch die ausreichend sichere Begründung. Wir verknüpfen zwei Erscheinungen, die Endglieder einer Reihe miteinander, aber die Kenntniss

---

[1]) Ein kurzer Ausdruck für alle nicht flossentragenden, mit einem Stapes versehenen Wirbelthiere. Aus Baur, Beiträge zur Morphogenie des Carpus und Tarsus pp., I. Theil, Jena 1888, 8⁰.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Tabellarische Uebersicht des Handskelettes.

		Carpus.			Sa.	Finger u. Phalangen.
	Mensch:					
1	Alte Formel	r i u	.	$c^1 c^2 c^3 c^4$	7	2 3 3 3 3
2	Neue Formel	r i u p	.	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	8	2 3 3 3 3
3	Embryo	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	2 3 3 3 3
4	„ mit Vordaumen .	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	2 2 3 3 3 3
5	„ mit dopp. kleinem Finger . . .	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	2 3 3 3 3 3 3
6	„ mit allen Varianten	rr ii u u p	C	$cc^1 cc^2 cc^3 c^4 c^5$	16	2 2 3 3 3 3 3 3
	Säuger:					
7	Gorilla, alt	r i u p	.	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	8	2 3 3 3 3
8	Chimpanze, alt	r i u p	.	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	8	2 3 3 3 3 [1]
9	Orang, alt (Vrolik u. A.)	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	2 3 3 3 3
10	Hylobates (Gruber u. A.)	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	2 3 3 3 3
11	Colobus (Rosenberg) .	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	2 3 3 3 3
12	Vespertilio mur., Embryo (Leboucq)	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	2 2 2 2 2
13	Insectivoren, Embryo (Leboucq)	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	2 3 3 3 3
14	Carnivoren, Embryo. . .	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	3 3 3 3 [2]
15	Marsupialier, Embryo . .	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	9	3 3 3 3
	Reptilien:					
16	Lacerta agilis	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	10	2 3 4 5 3
17	Hatteria	r i u p	CC	$c^1 c^2 c^3 c^4 \quad c^5$	11	2 3 4 5 3
18	Emis Europaea	r i u p	C	$c^1 c^2 c^3 c^4 +^5$	10	2 3 3 3 3
19	Krokodilier.	r i u	.	$c^1 +^2 \quad c^3 +^4 +^5$	5	2 3 4 5 3 [3]
20	Ichthyosaurus intermed. (Huxley)	r i u ?	?	$c^1 c^2 c^3 c^4$	7	15 24 25 26 26 21 15
21	Ichthyosaurus? (Basel) . .	r i u	?	$c^1 c^2 c^3 c^4$	7	11 12 12 8
22	Ichthyosaurus tenuirostr. (Owen)	r i u	?	$c^1 c^2 c^3 c^4$	7	6 6 6 5
	Batrachier:					
23	Salamandra mac. . . .	r i u	C	$c^1 c^2 c^3 c^4$	8	1 2 3 2 [4]
24	Cryptobranchus maxim. .	r i u	C	$c^1 c^2 c^3 c^4$	8	2 2 3 2 [5]
25	Salamandrella Keys. . .	r i u	CC	$c^1 c^2 c^3 c^4$	9	2 3 4 2 [6]
26	Amblystoma Weismanni .	r i u	C	$c^1 c^2 c^3 c^4$	8	2 3 4 2 [7]
27	Axolotl	r i u	CCC	$c^1 c^2 c^3 c^4$	10	2 3 3 2 [8]
28	Melanerpeton pusill. Fr. .	Carpus nicht erhalten.			—	2 2 3 4 3 [9]
29	Branchiosaurus sal. Fr. .					2 2 3 3 2

[1]) Nach Gratiolet und Aix, de Blainville, Owen, Humphry, Huxley, Vrolik, Hartmann, Mivart, Leboucq u. A. schliesst das Naviculare das Centrale ebenso ein wie bei dem Menschen. — [2]) Nach Flower, Rosenberg, Leboucq. — [3]) Phalangen nach C. K. Hoffmann. Bronn's Klassen und Ordnungen etc. — [4]) Carpus und Phalangen nach Baur (Beiträge etc.). — [5]) Desgleichen. — [6]) Carpus nach Baur, Phalangen nach Wiedersheim. — [7]) Carpus und Phalangen nach Wiedersheim. — [8]) Desgleichen. — [9]) Nach Fritsch.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung der Tabelle.

In der Tabelle drückt sich die Stetigkeit der vererbenden Kraft in den Buchstaben aus, welche für die einzelnen Knochen gewählt sind. Es sind die nämlichen, welche seit den Arbeiten Gegenbaur's für vergleichende Betrachtung im Gebrauche sind.

r	bedeutet	Radiale = Naviculare = Scaphoideum.
i	„	Intermedium = Lunatum.
u	„	Ulnare = Triquetrum.
p	„	Pisiforme.
C	„	Centrale carpi.
CC	„	zwei Centralia carpi u. s. w.
c^1	„	I Carpale = Trapezium = Multangulum majus.
c^2	„	II Carpale = Trapezoid = Multangulum minus.
c^3	„	III Carpale = Os capitatum = Os magnum.
c^{4+5}	„	IV Carpale = Os hamatum.

Diese letztere Art der Bezeichnung ist gewählt, weil das IV. Carpale offenbar aus der Verwachsung zweier Carpalien, des 4. und 5., hervorgegangen ist. Wiederkehr derselben Buchstaben in einer und derselben Formel bedeutet die schon beobachtete Verdoppelung des betreffenden Knochens, so z. B. bedeutet cc^2, dass das Multangulum minus bisweilen in zwei Elemente zerfallen ist; ccc^3 erinnert an die Erscheinung, dass das Os capitatum aus 3 gesonderten Theilen bestehend angetroffen wird. Die bei Thier und Mensch in zwei Reihen liegenden Handwurzelknochen werden in eine Zeile geschrieben, wobei das Centrale auch jene zentrale Stellung erhält, die es in dem Carpus besitzt.

Die Tabelle enthält mehrere Rubriken. In der letzten Rubrik ist die Zahl der Finger durch die aufeinanderfolgenden Reihen erkennbar. Die Zahlen selbst bezeichnen die Zahl der Phalangen. Der Mensch figuriert in der Tabelle mit mehreren, und zwar verschiedenen Formeln. Zu oberst (N° 1) steht die alte Formel für den Carpus, in welcher das Os pisiforme noch nicht unter den Handwurzelknochen erscheint. Dann folgt die Formel (N° 2), welche das Os pisiforme aufführt. Die Formel N° 3 zeigt die Beschaffenheit des embryonalen Carpus, der das Centrale aufweist. (Bezüglich der ausgedehnten Litteratur über das Centrale carpi und Pisiforme verweise ich auf Leboucq [Archives de Biologie 1884], worin die Angaben von Cuvier, Meckel und Owen bis zu Wenzel, Gruber, Henke und Ryher und Rosenberg Berücksichtigung gefunden haben.) Die folgenden Formeln (N° 4, 5 und 6) betreffen die Hyperdaktylie des Menschen. Bei der Formel N° 4 bezeichnet die fette Zahl **2** die Stelle des Vordaumens, bei N° 5 die fette Zahl **3** den überzähligen kleinen Finger. Die Formel 5 giebt die bisher beobachteten Verdoppelungen der Handwurzelknochen an sammt dem „ulnaren und radialen Strahl“ in Form der überzähligen Finger; rr bedeutet also den Zerfall des Naviculare in zwei distinkte Knochen, uu bedeutet den Zerfall des Triquetrum in zwei distinkte Knochen u. s. w. Würden sich alle Varianten vereinigt in einer einzigen menschlichen Handwurzel vorfinden, so erhielte man 16 Carpalia.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der dazwischenliegenden Vorgänge ist noch lückenhaft. Während ich das Unzulängliche unserer Kenntnisse über den ganzen Verlauf des atavistischen Prozesses bei der Hyperdaktylie ausdrücklich betone, will ich hier zusammenfassen, was zu Gunsten der Ansicht, dass hier Rückschlag und nicht Pathologie im Spiele sei, gesagt werden kann.

Es unterliegt an sich keinem Zweifel, dass in der menschlichen Hand an der radialen und ulnaren Seite Bestandtheile vorkommen, welche als Finger- oder in vergleichend-anatomischer Sprache als Strahlenrudimente gedeutet werden können. Als ein solches Rudiment gilt an der ulnaren Seite der Hand das Os pisiforme. Würde man menschliche Anatomie allein berücksichtigen, dann wäre die Aussicht freilich hoffnungslos, mit dem Erbsenbein allein den Beweis eines ulnaren Strahles zu führen, aber die weitere Umschau bei den Thieren gibt manches überraschende Ergebniss und zeigt, dass das Pisiforme doch bedeutsame Varianten aufweist, abgesehen davon, dass es sehr verbreitet ist und auch bei Reptilien, also weit hinab in der Stammesreihe der Thiere vorkommt (Gegenbaur, Untersuchungen, Leipzig 1864; Wiedersheim, Lehrbuch, II. Aufl.; Kehrer, Freiburger Berichte, 1886). Bei Säugethieren stösst es bald an die Ulna, bald an das Carpale 5. Während der Entwicklung des Menschen hängt es mit der Cartilago triangularis und einer kleinen Tuberosität des 5. Metacarpus zusammen (Leboucq). Bei dem Elephanten zeigt es einen deutlich zehenförmigen Charakter, bei den Landbären artikuliert es mit dem Vorderarm, bei der jungen Fischotter mit der Ulna und dem Triquetrum (Pfitzner, Anatom. Anzeiger, 1887), bei einem jungen Hydrochoerus der Basler vergl.-anat. Sammlung mit dem Metacarpale 5 durch eine Bandmasse, in der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ein kleines Knöchelchen sitzt, u. dergl. m. Diese wenigen Angaben, die sich noch beträchtlich vermehren liessen, zeigen zur Genüge, dass es sich an dem ulnaren Rande der Hand des Menschen und der Thiere in der That um etwas Fingerähnliches handelt (Fig. 1 schwarz). Wenn nun bei Hyperdaktylie ein zweiter kleiner Finger neben dem normalen auftaucht, so wird dieser überzählige Finger mit den erwähnten Rudimenten in Beziehung gebracht, obwohl oft weder das Pisiforme, noch die Cartilago triangularis, noch der Metacarpus bei dem überzähligen Finger eine Rolle spielen, denn manchmal hängen die drei mit Haut bedeckten Phalangen nur an einem dünnen Hautstiel, während in anderen Fällen ein wohl ausgebildeter Metacarpus dieses ulnaren oder 7. Strahles mit dem Hamatum (Carpale 4+5) artikuliert. Aber selbst in dem letzteren Fall hat der überzählige Finger etwas Rudimentäres an sich. Das ist eine wichtige Thatsache, welche nicht blos bei dem Menschen, sondern auch bei den Thieren festgestellt worden ist. Die sog. überzähligen Zehen bei Hunden und Hühnern entwickeln sich auch niemals zu funktionierenden Gebilden, sondern nur zu rudimentären Anhängseln. Aus dem Mitgetheilten ergiebt sich also, dass manches vorhanden ist, was zu der Auffassung, Hyperdaktylie sei eine Erscheinung des Rückschlages, hindrängt.[1])

Rudimente, wie sie eben an der ulnaren Seite der Hand beschrieben wurden, sind auch an der radialen Seite beobachtet worden. Sie werden mit der Entstehung eines Vordaumens, eines Praepollex (K. Bardeleben) in Zusammenhang gebracht.

---

[1]) Bei den Batrachiern sind ulnare Strahlenreste nur in einem Falle, bei Ranodon sib. erkannt worden (Kehrer); deswegen erscheint auch in der Tabelle kein ulnarer Strahl angegeben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Auch diese Strahlenrudimente sind bei dem Menschen in dem erwachsenen wie embryonalen Zustande, ferner bei Säugethieren, bei Reptilien und Batrachiern gefunden.

Bardeleben, der sich mit diesem Theil der Frage eingehend beschäftigt hat (Sitzgsb. der Jenaer naturw. Ges., 1885; Tagblatt der Berliner Naturforscherversammlung, 1886) drückt sich in folgender Weise aus: In dem Naviculare (des Menschen) steckt ein Rest des verlorenen Vordaumens, in der Tuberosität des Trapezium gleichfalls, denn die Trennung dieser oben genannten Carpalia ist schon wiederholt beobachtet worden und solche Trennung ist ein bedeutungsvoller Hinweis auf Verschmelzung früher isolierter Theile. Dazu kommt noch eine kleine Gelenkfläche an der Basis des Mittelhandknochens des alten normalen Daumens, welche ebenfalls ob wiederholter Trennung im Verdacht steht, zu dem verlorenen Praepollex zu gehören (Fig. 1 schwarz). Bei Säugethieren sind diese bei den Menschen unscheinbaren Reste oft sehr entwickelt. Bardeleben führt eine grosse Zahl von Säugethierspezies auf, und zwar von Edentaten, Halbaffen, Affen, Carnivoren, Insektivoren u. s. w. (Die Hand vom Maulwurf mit Praepollex siehe Fig. 2.) Der Vorderfuss des afrikanischen Elephanten trägt einen vollständigen, knorpeligen Praepollex (Pfitzner), jedoch ohne Zusammenhang mit dem Carpus, während ein solcher bei dem Maulwurf existiert;[1]) man erkennt daraus eine grosse Variabilität

---

[1]) Ich verweise hier noch auf Angaben von Leboucq, Wiedersheim und Kehrer und erwähne, dass die Untersuchung des Fuss-Skelettes noch eine grosse Menge von Elementen kennen gelehrt hat, welche für Reste eines Praehallux gedeutet worden sind. Vergl. für die Anuren Leydig,

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hier wie in allen Organen. Allein auch diese Zeichen eines Praepollex bleiben im normalen Zustande unter der Haut verborgen. Nur in Fällen der Hyperdaktylie tritt dieser „verlorene radiale Strahl“ frei, in Form eines Fingers in die Erscheinung, wobei jedoch ebenfalls wie bei dem ulnaren Strahl die verschiedensten Entwicklungsgrade vorkommen können, von einem nur mit einem Hautstiel befestigten Anhängsel bis zu einem in der Form leidlich ausgebildeten, aber funktionell unbrauchbaren Vordaumen. Soweit ich die Litteratur übersehe, sind vollentwickelte gebrauchsfähige Vordaumen noch nicht beobachtet worden, obwohl Muskeln und Sehnen und Nerven vorhanden sind. (Selbst den neuesten Fall, Spronck, Archives Neerlandaises, 1887, nicht ausgenommen.) Der Rückschlag aus den Rudimenten des ulnaren und radialen Strahles liefert also stets nur wieder Rudimente.

Es entsteht nunmehr die Frage: darf die Anatomie nach dem jetzigen Standpunkt ihrer Kenntnisse auf Grund der erwähnten Rudimente, welche im Falle des Rückschlages nur Rudimente erzeugen, behaupten, darin liege ein Hinweis, dass die Hand einst mit mehr als fünf voll ausgebildeten Fingern versehen gewesen sei? Ich glaube mit einem entschiedenen Nein antworten zu müssen. Auf einen siebenfingerigen Urahnen der nicht flossentragenden Wirbelthiere gestatten diese Rudimente keinen Rückschluss. Alle Erfahrungen der Paläontologie sprechen dagegen. Es ist gar kein Wirbelthier unter den Stapedifera ausfindig zu

---

Morphol. Jahrbuch, II. Bd. 1876: Ueber den Bau der Zehen etc., und Leydig, Die anuren Batrachier, Bonn 1877. G. Born, Morphol. Jahrbuch, 1876, Baur, Beiträge etc., und Zool. Anzeiger 1885. Siehe dort auch die weitere Litteratur.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

machen, das mit sieben Strahlen in der direkten Entwickelungsreihe der Säuger und des Menschen liegt. Dagegen ist folgende Annahme zulässig und, wie mir scheint, wohl berechtigt:

Die Extremitäten der nicht flossentragenden Wirbelthiere besitzen neben den fünf funktionierenden Fingern auch noch **Fingerrudimente.** Diese Rudimente liegen an der ulnaren und radialen Seite der Hand und können bisweilen (bei dem Menschen) als überzählige Finger frei hervortreten. Hyperdaktylie ist unter solchen Umständen atavistisch, nicht pathologisch. Scheinbar pathologisch ist der rudimentäre Charakter der überzähligen Finger, aber dieser ist in Wirklichkeit das Normale, denn rudimentäre Organe erzeugen nur Rudimentäres.[1])

Virchow ist in dem schon citierten Artikel (S. 48) der Ansicht, dass die Hyperdaktylie zwar eine Erschei-

---

[1]) Die Anatomie ist noch nicht berechtigt, alle Arten der Vermehrung an der Hand des Menschen und der Thiere für Rückschlag zu erklären: es ist sehr fraglich, ob sie jemals dorthin gelangen wird. Vielleicht dürfen einige Formen von „intradigitalen" Strahlen, z. B. von zwei Ringfingern, auf Atavismus bezogen werden, freilich ebenfalls nur auf Rückschlag von Rudiment auf Rudiment, wie in den obigen Fällen. Die Apophysis styloides des 2. und 3. Metacarpalknochens und ihre Varietäten (Gruber, Leboucq) würden eine solche Auffassung gestatten. Dagegen scheint das Auftreten von 10 Fingern an einer Hand oder eine Doppelhand sich bis auf weiteres am besten mit der Annahme partieller Doppelbildung zu vertragen. (Gegenbaur, Morphol. Jahrbuch, 1880. R. Virchow, Arch. f. path. Anat. 1886, Bd. 103.)

Ich glaube mit Virchow, dass die zahlreichen Erscheinungen von Vermehrung verschiedenen Reihen von Bildungsprozessen angehören, und dass sie erst dann verständlich werden, wenn man sie auseinanderlöst.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nung des Atavismus darstelle, dass sie aber nicht aufhöre, pathologisch oder teratologisch zu sein. Jeder Rückschlag ist nach ihm das Resultat pathologischer Umstände. Ich gebe dies für die teratologischen Erscheinungen unbedingt zu, allein nicht für den speziellen Fall der Hyperdaktylie, sie gehört nicht zu den Monstrositäten. Es giebt ein Grenzgebiet zwischen Teratologie und Morphologie, dasjenige der Thierähnlichkeiten, der Theromorphieen, die abnorm sind und atavistisch zugleich, ohne doch als Monstrositäten in das Gebiet der Pathologie zu gehören. Ich erinnere an das Os Incae, den Processus frontalis ossis temporum, an viele „rudimentäre" Organe, an Halsrippen, Brustrippen, Muskelvarietäten und dergl. (siehe die ausführliche Betrachtung bei Wiedersheim, Bau des Menschen, Freiburg 1887). Sie sind alte Zeichen tiefgreifender Verwandtschaft der Organisation, die von Zeit zu Zeit wieder auftauchen, die in das Gebiet der theromorphen Bildungen, der Thierähnlichkeiten gehören, wie alle Entwickelungsstufen, die höhere Organisation während der Entwickelung durchläuft. Die Reihe der einzelnen Entwickelungsstadien, das Auftreten nur dreier Hirnblasen, der Augenrinne, der Nasenrinne, die Entwickelung von fünf Aortenbogen, das Auftreten der Segmente, all das ist kurzdauernde Thierähnlichkeit, Theromorphie — Durchgangsstufe zu höheren Formen. Die ganze Entwickelung besteht in einer Reihenfolge theromorpher Bildungen; daher rührt ihre Bedeutung für die Stammesgeschichte.

Soll freilich die atavistische Hyperdaktylie als theromorphe, nicht als pathologische Erscheinung begründet werden, dann sind vor allem noch zwei Forderungen zu erfüllen. Erstens müssen homologe Atavismen bei Thieren gefunden werden, also sechs- oder siebenfingerige

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Affen, Lemuren, Insektioren und dergl., und zweitens muss sich die Herkunft der Rudimente erweisen lassen. Keine dieser Forderungen ist bis jetzt in zufriedenstellender Weise erfüllt.

Was die erste Forderung betrifft, so sind homologe Erscheinungen noch selten beobachtet.[1]) Das oft citierte und elegante Beispiel des Pferdes, wenn die zwei Griffelbeine wieder zum Vorschein kommen und mit Hufen umkleidet werden, ist kein ausreichendes Paradigma von Hyperdaktylie für einen 6. und 7. Strahl. Als Atavismus an sich ist der Fall von dem Pferd unersetzlich, denn hier sehen wir vor unseren Augen, wie das Hipparion, die miocene Form des Einhufers, mit dem späten Nachkommen von heute durch Rückschlag verbunden wird. Es zeigt sich alte Blutsverwandtschaft in verstärktem Grade wieder, aber nur auf drei Finger, nicht auf sieben! Aehnlich liegt die Sache, wenn ein Hund am Hinterfusse, welcher normaler Weise bei den heutigen Caniden nur vier Zehen besitzt, eine mehr oder weniger ausgebildete Daumenzehe („grosse Zehe" des Menschen) zeigt. Nachdem wir wissen, dass die Säuger von pentadaktylen Vorfahren abstammen, stellen wir alle, auch ohne speziellen paläontologischen Nachweis, in solchen Fällen sofort die Diagnose auf Atavismus.[2]) Ebenso entschlossen urtheilen wir, gewiss mit Recht, wenn bei gewissen Hühnerrassen (Dorkings, Houdans, japanischen Seidenhühnern u. s. w.) statt einer

---

[1]) In seltenen Fällen ist der Fuss von Reptilien nicht fünf-, sondern sechszehig befunden worden, und bei Rana esculenta kann der Fersenhöcker in eine überzählige Zehe auswachsen (bei Leydig, Morphol. Jahrb. a. a. O.).

[2]) Nehring, Verhandl. der Berliner anthr. Ges. 1886, S. 272, Diskussion.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hinterzehe regelmässig zwei Hinterzehen, also im ganzen fünf Zehen vorhanden sind, weil vergleichend-anatomisch und paläontologisch die Abstammung der Vögel von den Sauriern feststeht. Mag die Entfernung zwischen unserem Dorkinghahn und der Ureidechse auch ganze geologische Epochen betragen, wir rufen doch den Atavismus zur Erklärung dieser Erscheinung herbei. Für die Deutung der Hyperdaktylie des Menschen in dem Sinne eines Rückschlages werfen diese Erscheinungen zweifellos ein helles Licht, obwohl sie dem 6. und 7. Strahl der Säuger durchaus nicht gleichwerthig sind.[1])

Für die Deutung der Hyperdaktylie im Sinne eines Rückschlages dürfte am ehesten noch das Os centrale in's Gewicht fallen, das sich von dem Menschen an durch drei Klassen hindurch in direkter Reihe ununterbrochen zurückverfolgen lässt. Das Centrale kommt nämlich bei dem erwachsenen Menschen nur als Varietät, als theromorphe Bildung, also ausnahmsweise vor. Bei dem Embryo dagegen regelmässig, davon habe ich mich an den Präparaten Leboucq's und an eigenen vollauf überzeugt (siehe Formel 3 der Tabelle mit C bezeichnet). Wenn nun das Centrale bei dem erwachsenen Menschen persistiert, so wird es mit Recht als eine pithecoide und darum auch als atavistische Erscheinung aufgefasst. Allein es ist mehr als nur Rückschlag bis zu den Affen. Sein Auftreten bei dem Menschen weist gleichzeitig durch die ganze Klasse der Säuger bis zu den Marsupialiern zurück. Nachdem dasselbe Centrale

---

[1]) Bei dem Hund sollen bisweilen 6 Zehen (am Hinterfuss) auftauchen, allein mir fehlen genauere Angaben. Eine Rasse der Bernhardinerhunde (die glatthaarigen) wird, wie mir mitgetheilt wird, mit besonderer Rücksicht auf starke Entwickelung der 5. und 6. Zehe gezüchtet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

überdies bei den Reptilien und den Batrachiern nachgewiesen ist (siehe die Tabelle, C, und die Figuren 1, 2, 5, 6, 9), so wird es, wie die Hand selbst und wie die Finger, ein unumstössliches Zeichen einer grossen vererbenden Kraft und ein unumstössliches Zeichen wirklicher Verwandtschaft der Organisation.

Die nämliche Auffassung scheint mir nun auch für die Rudimente an der ulnaren und radialen Seite der Hand und für ihre Wiedergeburt in Form der Hyperdaktylie erlaubt und gerechtfertigt. Fingerrudimente sind schon bei den Batrachiern vorhanden, und deshalb bei den Reptilien, den Säugern und bei dem Menschen ebensogut ein altes Erbe, wie Wirbel und Auge und Ohr und Stapes. Ein altes Erbe — „normal", in der gesunden Organisation niedergelegt, aus ihr wieder sich vergrössernd, doch nicht pathologisch, sondern — theromorph.

Die zweite Forderung, die Herkunft der Rudimente nachzuweisen, bereitet die grössten Schwierigkeiten, ebenso grosse wie die Herkunft der Hand überhaupt. Die Kluft zwischen der Hand des Batrachiers und der Brustflosse des Fisches ist trotz tiefgehender Arbeiten Gegenbaur's und seiner Schüler noch nicht ausgefüllt. Sicher ist aber dadurch erkannt, dass

1. in der Brustflosse der Fische das Homologon der vorderen Extremität der Stapedifera (vergl. die Abbildung der Flosse von Amia, Fig. 10) gegeben ist; dass

2. die Strahlen der Brustflosse mit denen der Hand im allgemeinen gleichwerthig sind;[1]) dass

3. bei Selachiern, Teleostiern und Dipnoern die

---

[1]) Haeckel (Anthropogenie, S. 475) nennt die Fischflossen geradezu vielzehige Füsse.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Zahl der Strahlen weit grösser ist als die Zahl der Strahlen der Hand der pentadaktylen Stapedifera.

Bei der Reduktion der Brustflosse in die fünffingerige Hand war also an überzähligen Strahlen kein Mangel, es standen genug zur Verfügung, um ulnare und radiale Rudimente und auch noch intradigitale dazu herzustellen.

Erweisbar ist in dieser Hinsicht, dass eine Reduktion von Strahlen bei den Fischen wirklich vorkommt. Reduzierte, kleine Strahlen und wirkliche Rudimente zeigt jede Fischflosse. Diese Reduktionen sind embryologisch festgestellt.[1]) Schon bei den Fischen werden also mehr Strahlen angelegt, als schliesslich funktionieren, gerade so wie bei den pentadaktylen Stapedifera. — Es hat sich ferner ergeben, dass die ventralen Abschnitte der Rumpfmetameren die erste Anlage der Flossenmuskulatur bilden. Jedes Myotom produziert nach Dohrn zwei Knospen in der Nähe der Brustflosse, eine vordere und eine hintere (Mittheilung der zool. Stat. Bd. V und meine Fig. 11). Diese Entdeckung ist von P. Mayer (ebenda, 6. Band) bestätigt worden. Ich selbst hatte Gelegenheit, an Selachierembryonen, die ich der Direktion des zool. Institutes verdanke, die Richtigkeit dieser Angaben festzustellen, und Rabl hat auf dem Anatomenkongress in Würzburg Präparate gezeigt, die in jeder Hinsicht beweiskräftig waren. Die Zahl der Myotome, welche sich in dieser Weise an der Bildung der Brustflosse betheiligen, ist

---

[1]) Siehe hierüber zwei unter E. Rosenberg's Leitung veröffentlichte Dissertationen: A. Bunge, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte des Beckengürtels, Dorpat 1880. G. Swirski, Untersuchungen über die Entwicklung des Schultergürtels, Dorpat 1880.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

noch nicht bestimmt, das aber steht fest, dass alle Metameren solche Muskelknospen entsenden, von denen jedoch nur ein kleiner Theil verwendet wird, nur der in dem Bereich der späteren Brustflosse liegende. Die übrigen Knospen oder Sprossen fallen der Reduktion anheim (siehe auch Fig. 11, wo die reduzirten Sprossen als Punkte vor und hinter der Flossenanlage erscheinen). Von den wichtigsten Elementen, welche zu dem Aufbau der Flossen gehören, von den Muskelsprossen, werden also schon bei der frühesten Anlage manche rudimentär, ebenso wie später von den Knorpelstrahlen. Wir besitzen somit zwei parallele Beobachtungsreihen, welche die Herkunft der Rudimente verstehen lassen, denn Reduktion heisst hier nicht etwa in das Nichts versinken, sondern in dem Schoss des Organismus aufbewahrt bleiben, ohne Funktion zwar, latent, aber doch nicht bedeutungslos. Wenige Zellen mögen für den schlummernden, latenten Keim eines Flossenstrahles genügen, und eine unscheinbare Veranlassung, um ihm vermehrtes Wachsthum einzuhauchen.

Nach alledem ist, was die Herkunft der Rudimente betrifft, schon manches Werthvolle erkannt, namentlich in Bezug auf die Reduktion von Flossenstrahlen. Es scheint mir nun erlaubt, des weiteren anzunehmen, dass bei dem (sprungartigen) Uebergang der Fischflosse in die Batrachierhand einige Strahlen als Rudimente in die Batrachierhand aufgenommen und von dort aus auf die Hand der Reptilien und der Säugethiere und des Menschen vererbt wurden. Dieser Zusammenhang erscheint nur auf den ersten Augenblick etwas weitabliegend, bei genauerer Ueberlegung ist er jedoch ebenso in der Organisation begründet, wie die Herkunft unserer Kiemen- und Aortenbogen von denjenigen der Fische.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Bei alledem besteht aber dennoch ein bedeutungsvoller Unterschied zwischen dem Atavismus jener Art, der oben vom Pferd, den Hunden und Hühnern erwähnt wurde, und dem Atavismus bei der Hyperdaktylie des Menschen. Der erstere läuft innerhalb der Pentadaktylie ab, der andere greift darüber hinaus. Die Rudimente bilden aber dennoch solche Merkmale in dem Falle atavistischer Vergrösserung aus, welche das mit Hyperdaktylie behaftete Wesen sonst auch auszeichnen. Bei dem Menschen erscheint also nicht der Finger eines Insektivoren, auch nicht ein flossenstrahlenähnliches Gebilde, sondern ein menschlicher Finger, bei dem Pferd mit Huf versehene Phalangen, wie sie das Hipparion hatte, bei dem Dorkinghahn eine Vogelklaue.

Die eben vorgetragene Theorie für die theromorphe Natur der Hyperdaktylie des Menschen steht auf dem Boden thatsächlich beobachteter Erscheinungen, sie rechnet nur mit der durch die Paläontologie und Embryologie festgestellten Pentadaktylie und mit den zwei bisher nachgewiesenen rudimentären Strahlen. [1]) Sie unterscheidet sich wesentlich von der durch Bardeleben, Wiedersheim und Kehrer vertretenen Anschauung, welche auf Grund des rudimentären ulnaren und radialen Strahles eine Urform der Stapedifera mit mehr als fünf Fingern, eine „heptadaktyle Urform“ postuliert, um die Hyperdaktylie zu erklären. Ich glaube, es besteht kein Grund zu einer solch weitgehenden Annahme, welche den Thatsachen der Urgeschichte und der Embryologie widerspricht. Eine andere Erklärung

[1]) Man könnte sie kurz als Rudimenttheorie bezeichnen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Hyperdaktylie hat Albrecht dadurch versucht, dass er die Hyperdaktylie des Menschen als Spaltung eines sonst normalen Fingers bezeichnete, deren Ausgangspunkt auf die Rochen zurückführe. (Centralblatt für Chirurgie, 1886, Verhandl. der Berliner anthr. Ges. 1886, ferner: Zwei Fragen etc., Hamburg 1887.) „Bei den Rochen spaltet sich jeder Finger mit beinahe mathematischer Regelmässigkeit gegen den Flossenrand hin in zwei Finger. Ursprünglich hatten die Vorfahren eines Säugethieres nicht nur viel mehr Finger als es jetzt hat, sondern bei den Vorfahren dieser Vorfahren spaltete sich ursprünglich auch noch jeder Finger distalwärts in zwei Unterfinger. Ein Rückschlag auf die Fingergabelung erzeugt die Hyperdaktylie des Menschen.“ Diese Spaltungstheorie ruft Vorfahren eines Säugethiers „mit viel mehr Fingern“ an, „als es jetzt hat“, genau so wie diejenige Bardeleben's u. A., die ein heptadaktyles Wirbelthier als Urahnen postuliert. Beide sind aus paläontologischen und embryologischen Gründen schwer diskutierbar. Die Berufung auf den Ichthyosaurus intermedius (Albrecht) wäre nur berechtigt, wenn zwei der sieben Finger durch Spaltung wirklich entstanden wären. Allein der Prozess des Werdens ist heute nicht mehr festzustellen, und so ist die Hand des Ichthyosaurus ein Beweis für die Rudimenttheorie, d. h. die Wiederkehr von fünf Fingern und zwei Rudimenten. Nebenbei sei hervorgehoben, dass durch die Spaltungstheorie nur eine neue Schwierigkeit geschaffen wird, weil sie den natürlichen Zusammenhang der Hyperdaktylie mit den rudimentären Strahlen aufhebt, der doch eine feste Handhabe für die ganze Untersuchung bietet. Verhängnissvoll scheint mir aber für die Spaltungstheorie, dass ihr das Kriterium der direkten Reihe gänzlich fehlt. Denn für die Erklärung der Hyperdaktylie als gespaltene Knochen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

finger muss sie über drei Klassen, über die der Säuger, der Sauropsiden und der Batrachier hinweggreifen, um in einem höchst spezialisierten Seitenzweig der Selachier eine vergleichbare Erscheinung zu finden. Was wir aber in erster Linie für den Nachweis eines Rückschlages verlangen, ist der stammesgeschichtliche Zusammenhang.

Ich erkläre ausdrücklich, dass meine Rudimenttheorie nur den ulnaren und radialen Strahl (Vordaumen und doppelten kleinen Finger) als Hyperdaktylie verständlich machen soll; andere Arten der Hyperdaktylie gehören bis auf weiteres in das Gebiet der Teratologie. Um Missverständnissen vorzubeugen, wiederhole ich desshalb:

Es giebt keine Stapedifera mit mehr als fünf Fingern, aber solche mit fünf Fingern und mit Spuren eines ulnaren und radialen Strahles (Mensch, viele Säuger, Reptilien und Batrachier).

Diese Spuren liegen als oft schwer erkennbare Rudimente unter der Haut. In Fällen von Hyperdaktylie des Menschen vergrössern sich diese Rudimente und treten verschieden entwickelt aus der Haut hervor. Der Rückschlag aus diesen Rudimenten liefert wahrscheinlich stets nur Rudimente, d. i. verkümmerte Finger. Hyperdaktylie ist keine pathologische, sondern eine theromorphe[1]) Erscheinung und weist auf eine Reduktion von Strahlen hin, welche bei der Umformung der Fischflosse in eine Batrachierhand mit aufgenommen wurden. Hyperdaktylie des Menschen ist demnach eine besondere Form des Atavismus. Dieser Atavismus weist auf

---

[1]) θήρ θηρός, das Thier, auch Thiermensch, aeol. φῆρ, wovon das lat. ferus, a, um, ferox etc.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

weit zurückliegende gemeinsame Organisation hin, ebenso wie Kiemenbogen und Kiemenspalten, wie das Auge mit seinen Muskeln und das Labyrinth mit seinen Bogengängen. In der Hyperdaktylie äussert sich das Gesetz typischer Entwicklung.

Die vorausgegangenen Blätter enthalten die auf dem Anatomen-Congress in Würzburg (Mai 1888) vorgetragene Mittheilung, welche auch in dem Anatomischen Anzeiger desselben Jahres erschienen ist. Sie kam hier unverändert zum Abdruck. Die folgenden Zeilen enthalten die Diskussion und im Anschluss daran einige Bemerkungen hiezu.

Diskussion:

Herr Bardeleben weist auf seine entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen hin, aus denen hervorgeht, dass embryonal mehr Elemente im Carpus und Tarsus angelegt werden, als später persistieren. Nachdem sich auch bei Amphibien (Kehrer) die Anlagen eines 6. und 7. Digitus gefunden haben, sei eine Vermehrung über die Fünfzahl hinaus bei Säugethieren und beim Menschen (abgesehen von wirklichen „Missbildungen“) als Rückschlag anzusehen.

Herr Fürbringer: Cryptobranchus hat in der Jugend 8 Carpalia. Bei einem alten Exemplare hat F. 16 gefunden. In dieser Beziehung müsse man vorsichtig sein.

Herr Froriep: Ich habe mich mit der Extremitätenfrage embryologisch beschäftigt, freilich nur mit Rücksicht auf die erste Anlage. Ueber die Zahl der Skeletelemente im Carpus kann ich daher nichts Neues beibringen, es ist aber vielleicht gestattet, einen mir unerwarteten Befund über die erste Anlage der Extremität an dieser Stelle kurz mitzu-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

theilen. Nachdem ich mich an Selachierembryonen von der Richtigkeit der Dohrn'schen Angaben über die Muskelknospen und die metamere Anlage der Selachierflosse überzeugt hatte, habe ich bei Säugethierembryonen nach Spuren jener metameren Muskelknospen gesucht, jedoch mit negativem Resultat. Bei Schaf und Maulwurf, die ich darauf untersucht, hat sich mir als einziges Merkmal für die metamere Gliederung der Extremitätenanlage das Verhalten der Nerven ergeben. Die in die vordere Extremität eintretenden fünf Spinalnerven sind sehr frühzeitig stärker entwickelt als die benachbarten, und ich hoffte, die direkte Beziehung derselben zu den fünf Strahlen der Extremität embryologisch nachweisen zu können. Auch das ist mir bisher nicht gelungen. Die fünf Nerven treten in der Wurzel der schaufelförmigen Extremitätenanlage so dicht aneinander, dass sie gewissermassen einen einzigen grossen Nervenstamm bilden, die Anlage des Plexus brachialis, in welchem die einzelnen metameren Nerven kaum noch bestimmt von einander zu sondern sind. Und aus dieser gemeinsamen Masse wachsen nun distalwärts Nerven hervor, welche nicht mehr die primitive Fünfgliederung zeigen, sondern bereits den spätern vier Hauptästen der Extremität entsprechen. Bevor aber diese Nervenäste bis in den freien Theil der Extremitätenschaufel hinein verfolgbar sind, haben sich in diesem distalen Theil innerhalb der bindegewebigen Grundlage bereits die fünf Strahlen des Handskelettes differenziert, scheinbar ganz unabhängig von der im proximalen Theil, d. h. in der Wurzel der Extremitätenschaufel, herrschendeu Metamerie.

Auf Grund dieser Erfahrungen könnte man fast geneigt sein, die Strahlen des Extremitätenskelettes der Säugethiere (und vielleicht allgemeiner der Amphibien und Amnioten) als sekundäre Bildungen aufzufassen. Sie bilden sich zwar im Anschluss an die primitive metamere Gliederung, scheinen aber gleichwohl nicht identisch mit diesen Gliedern, sondern könnten in gewissem Sinne als cänogenetisch bezeichnet werden.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Herr Leboucq fragt, ob die vermehrten Carpalia bei Cryptobranchus knorpelig oder knöchern seien.

Herr Fürbringer: Zum Theil knorpelig.

Herr Gegenbaur: Die angenommene Diphylie der pentadaktylen Extremität auf Grund des Verhaltens zur Zahl der Nervenstämme, halte ich für irrig, weil die Zahl der zur Gliedmasse tretenden Nervenstämme mit der Zahl der Finger gar nichts zu thun hat.

Herr von Renz ist der Ansicht Gegenbaur's.

Es ist richtig, dass bei den Stapedifera kein Eindringen von Muskelsprossen in die Anlage der Extremitäten bis jetzt nachweisbar ist, wie Froriep hervorhebt. Die Anlage besteht vielmehr, ehe die Knorpelstrahlen der pentadaktylen Hand auftreten, aus einem mesodermalen Gewebe ohne jede weitere Differenzirung. Hierin liegt allerdings ein wichtiger Unterschied im Vergleich mit der Flossenanlage der Selachier, in der neben dem mesodermalen Gewebe auch noch deutlich ausgeprägte metamere Muskelsprossen vorkommen. Obwohl sich unter solchen Umständen ein direkter Thatsachenbeweis für eine Betheiligung der Myomeren bei den Stapedifera nicht erbringen lässt, so ist doch der indirekte Thatsachenbeweis über die metamere Natur der Extremitätenanlage über jeden Zweifel erhaben. Der ganze von der vergleichenden Anatomie und besonders durch Gegenbaur's Arbeiten gewonnene Complex von Thatsachen verkündet den morphogenetischen Zusammenhang der Fischflosse mit der freien Extremität der Stapedifera, wie dies oben weiter ausgeführt wurde. Dann ist zu beachten, dass in dem Rumpfgebiet die metamere Gliederung überall durchgeführt ist, in der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Wirbelsäule, den Rippen, den Muskeln, den Arterien (Intercostales und Lumbales) und den Venen, auch in der Wolff'schen Leiste oder der Extremitätenleiste, deren homologer und segmentirter Vorläufer durch die Seitenfalte der Selachier dargestellt wird. Endlich sprechen die Nervenstämme, wenigstens zur Zeit der Anlage, für metameren Aufbau, siehe z. B. für den Menschen die genauen Angaben von His.[1]) Wenn auch später incongruente Erscheinungen in dieser Hinsicht hervortreten, so sind sie nicht im Stande, den Werth der frühesten embryonalen Zeichen oder jene der vergleichenden Anatomie irgendwie abzuschwächen: die metamere Anlage der Extremität der Stapedifera ist ebenso fest begründet wie jene der flossentragenden Wirbelthiere. Auf die ganze Summe dieser Gründe stützt sich die Voraussetzung von einer Betheiligung metamerer Sprossen bei der Hyperdaktylie, obwohl wir einen solchen Nachweis direkt nicht erbringen können. Die Annahme, dass irgend eine Sprosse aus einer der benachbarten Rumpfmetameren sich an dem Aufbau der Extremität betheiligt habe, ist dabei so aufzufassen, dass in die schaufelförmige Anlage des Gliedes etwas von einer benachbarten Rumpfmetamere aufgenommen werde und in demjenigen Theil aufbewahrt bleiben könne, der die spätere ulnare oder radiale Seite darstellt. Mit dieser Annahme lassen sich viele Einzelnheiten genügend erklären, z. B. die auffallende Erscheinung, dass die rudimentäre Natur so viele Varianten zeigt, von unvollständigen fingerähnlichen Hautlappen angefangen bis zu einem überzähligen Finger mit Knochen, Gelenken, Muskeln und Sehnen. Denn man kann sich

---

[1]) Abhandl. d. math.-phys. Cl. d. Sächsischen Ges. d. Wiss. 1888. Bd. 13.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

denken, dass eine grössere und vollständige oder kleinere und unvollständige Muskelknospe diese Varianten bedinge. Mit dieser Auffassung würde sich auch sehr gut eine Erklärung bieten für das Auftreten bald nur eines ulnaren oder eines radialen Strahles, oder beider zugleich, denn man brauchte nur anzunehmen, dass entweder eine proximale oder eine distale überzählige Muskelsprosse sich in die Anlage der Hand begeben habe, oder beide zugleich, um auch diese Unregelmässigkeiten in dem Auftreten der Strahlen begreifen zu können. Betrachtet man die Anlage der Extremitäten, Fig. 11, dann scheint kaum noch ein ernstes Bedenken gestattet, allein ich darf nicht verschweigen, dass es noch nicht gelungen ist, bei den höheren Thieren die Betheiligung der Muskelsprossen an dem Aufbau der Extremität in einer ähnlichen Weise aufzudecken. Sie wächst zwar aus der Extremitätenleiste hervor, welche Spuren metamerer Gliederung erkennen lässt, allein die Muskelsprossen selbst sind nicht ausgeprägt, wie es die Haie und die Fig. 11 zeigen. Bei den höhern Thieren genügt, wie es scheint, eine bestimmte Menge mesodermaler Zellen aus einem bestimmten Gebiet der metamer gegliederten Extremitätenleiste zur Anlage der Extremität. Wenige Zellen aus einer für regelmässig nicht an dem Aufbau der Extremität betheiligten Metamere mögen genügen, um einen neuen Strahl hervorzurufen. Diese im normalen Verhalten sonst ausgeschlossene Betheiligung einer Metamere wäre der Anfang der atavistischen Bildung, wie bei den Fischen, bei denen sich viele Metameren an dem Aufbau betheiligen.

Bei dieser Betrachtung treten mir die Bemerkungen Pflüger's bezüglich der Wiederbildung verlorener Gliedmassen in die Erinnerung. Wir schneiden dem Salamander einen Finger ab, es wächst ein neuer Finger;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wir entfernen die Hand, ja den ganzen Arm oder das Bein oder den Unterkiefer oder die Kieme, so entstehen aufs Neue Hand und Arm und Bein und Unterkiefer. Sogar das Auge bildet sich nach Blumenbach aufs Neue mit Hornhaut, Linse u. s. w. im Laufe eines Jahres. Wenn immer gerade das ersetzt wird, was verloren ging, so ist es klar, dass das wieder neu erzeugte Glied nicht aus einem präexistirenden Keim des Gliedes entstand, die Wundfläche des Armstumpfs hat Nährmaterial angezogen und die Moleküle derselben organisirt zu einem Arme. In den Zellen, die sich an der Wunde ansammeln, liegt die Fähigkeit, Muskeln und Nerven, Knochen und Gelenke, kurz Finger für Finger mit allen Eigenschaften zu bilden. Die Theile entstehen aus dem angesammelten Blastem, in das vielleicht die Muskeln und Nerven und andere spezialisirte Gewebe des Amputationstumpfes ihre Ausläufer treiben, aber ob dies geschieht oder nicht, die Macht der Vererbung in den Zellen und ihren Molekülen ist gleich staunenswerth. Bei diesen wie bei vielen andern erwachsenen Thieren haben alle Zellen des Körpers noch die jugendliche Beschaffenheit des Embryo sich erhalten, es steckt in ihren Molekülen die Erinnerung d. i. die Fähigkeit, sich aufs Neue zu dem Wunderbau einer Hand oder eines Auges aneinander zu fügen. Man kann auf Grund dieser Erfahrung sich eine Vorstellung machen, wie in jeder Zelle des Körpers Idioplasma sich vorfinden muss, dessen Fähigkeit jederzeit zur Entfaltung kommen und Eigenschaften der Klasse, der Ordnung, der Spezies und der Organe neu erzeugen kann.

Aehnlich müssen die molekularen Kräfte in den Metameren schon in der Wolff'schen Leiste beschaffen sein, welche überzählige Finger und Zehen bilden. Ob Muskelknospen wie bei den Selachiern, oder lediglich meso-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

dermale Zellen ohne für unsere Mikroskope erkennbaren spezifischen Charakter, gleichviel, in ihnen liegt die Fähigkeit rudimentäre Finger zu erzeugen. Wenigen Zellen und den in ihnen enthaltenen Molekülen ist der ganze Wiederaufbau eines Fingers möglich. Von der Menge dieser Zellen, die der Wolff'schen Leiste entstammen, mag es wohl abhängen, ob nur ein hautähnlicher Anhang entsteht, oder ein ganzer Finger. Dabei müssen wir selbstverständlich voraussetzen, dass die Theilnahme überzähliger Metameren an der Bildung der sonst fünffingerigen Hand atavistisch deswegen sei, weil sich bei den Fischen ausnahmslos viel mehr Metameren an dem Aufbau der Flossen betheiligen. Und doch dürfte man die Erscheinung der Hyperdaktylie des Menschen nicht so auffassen, als ob in einem gegebenen Fall die Keimanlage und ihre Moleküle noch direkte Erinnerung an Fischnatur bewahrt hätten, sondern es handelte sich um den Rückschlag auf eine auch bei Säugern, bei Reptilien und Batrachiern vorkommende Erscheinung. Die Wolff'sche Leiste betheiligte sich eben in grösserer Ausdehnung an der Herstellung von Fingern,[1]) wie sie dies noch heute bei den Fischen überhaupt thut. Etwas von dieser Fähigkeit haben jene Metameren der Wolff'schen Leiste in allen Wirbelthierklassen sich erhalten, die in unmittelbarer Nähe der extremitätenbildenden Abschnitte bei den pentadaktylen Formen vorkommen. Bei den Amphibien, Reptilien und Säugethieren

---

[1]) Es kann übrigens auch das Gegentheil vorkommen, d. h. es betheiligen sich zu wenig Metameren, dann fehlen Finger, was schon öfter beobachtet ist. Herr Dr. Siebenmann legte mir den Abguss einer Hand jüngst vor, die nur 3 Finger: den Daumen und die zwei folgenden Strahlen besass, und diesen Defekt zeigten beide Hände; an beiden Vorderarmen fehlte überdies die Ulna.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

tritt die alte Fähigkeit bisweilen wieder hervor. Es scheint, als ob diese Wiederkehr die betreffenden Metamere wieder mit neuer producirender Kraft erfülle, denn nur so würde es verständlich werden, dass sich Hyperdaktylie vererbt und durch 40 Generationen hindurch bei den Descendenten einer hyperdaktylen Familie vorkommt.

Die Entstehung der Hyperdaktylie in der von mir gegebenen Weise aufgefasst, steht in vollem Einklang mit allen Erfahrungen der vergleichenden Anatomie und ist namentlich auch nur mit der Annahme einer monophyletischen Entwicklung der Gliedmassen vereinbar. Es ist also kein Grund vorhanden, an Diphylie und eingreifende secundäre Veränderungen zu denken. Wie in vielen, ja wohl in allen Fragen über die Entwicklung der Gestalten und ihrer einzelnen Theile müssen sich vergleichende Anatomie und Embryologie ergänzen, es ist wenig Aussicht vorhanden, dass jede dieser Disciplinen im Stande sei, den Beweis der gemeinsamen Organisation in jedem einzelnen Punkte für sich und ohne der andern Beihilfe zu erbringen.

Die Bemerkung Fürbringer's über die Vermehrung der Carpalia bei Cryptobranchus reiht sich an die Fälle von Vermehrung der Carpalia sei es in derselben Klasse, sei es in der der Reptilien. Bei Salamandrella Keys. sind zwei Centralia, bei dem Axolotl schon drei, bei Hatteria zwei gesehen worden (siehe die obenstehende Tabelle). Die Vermehrung der Carpalia von 8 auf 16, also auf das Doppelte, bei Cryptobranchus ist enorm und für erste nicht entschieden, ob normal oder pathologisch. Ich möchte versuchen, diese Vermehrung der Carpalia als eine normale Erscheinung zu deuten. Die Amphibien zeichnen sich trotz des hohen Alters durch eine grosse Jugendlichkeit der Gewebe aus. Sie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

ersetzen die abgeschnittenen Extremitäten vollständig, sie gestatten die weitgehendsten Experimente, wie die Umwandlung des terrestrischen Amblystoma in den Axolotl, ja es ist sogar möglich, diese bedeutenden Modifikationen des ganzen Organismus wiederholt durchzusetzen, wie die Versuche des Frl. M. v. Chauvin gezeigt haben. Der ganze Organismus hat also eine ausserordentliche Biegsamkeit und nicht allein bei Urodelen, sondern auch bei den Anuren, die doch eine so weitgehende Reduktion ihres Körpers erfahren haben. Diese Neotenie, wie ich sie zu nennen vorschlug,[1]) eine Bezeichnung, die Camerano[2]) aufgenommen hat, macht sich auch in der Verlängerung der Larvenstufen bemerkbar. Anuren bleiben sowohl in der Natur, wie in Aquarien längere Zeit (2—3 Jahre) aquatil, der Axolotl und vielleicht noch manche andere Formen oft viele Jahre hindurch. So nun, auf derselben Grundlage denke ich mir die Vermehrung der Carpalia als eine Folge jugendlicher Produktionskraft des Organismus und dennoch einen atavistischen Hinweis zugleich enthaltend. Zwischen der Hand der Fische (sit venia verbo) und derjenigen der Stapedifera fehlen noch immer die Bindeglieder. Verwirrend sind vor allem die vielen kleinen Elemente, die sich in der Hand der Fische finden. Ist der Luxus der Carpalia bei den Cryptobranchus Fürbringers

---

[1]) Von *νέος* jung und *τείνω* halten, in Kollmann, J. Das Ueberwintern von europäischen Frosch- und Tritonlarven, und die Umwandlung des mexikanischen Axolotl. Verhandl. der Naturf. Gesellschaft in Basel, 1883, VII. Bd., S. 387.

[2]) Camerano, L. Vita branchiale degli Anfibi. Mem. della R. Accad. d. Sc. di Torino, 1883, Bd. 35. — Intorno alla Neotenia. Atti della R. Accad. d. Sc. di Torino, 1883, Vol. XIX. — Nuove osservazioni intorno alla Neotenia, ebenda 1884, Bd. XX.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht ein deutlicher Hinweis auf ein altes Erbe? Frosch- und Tritonlarven beginnen ihre Entwicklung in einer Weise, welche sich in Form, Organisation und Bewegung an den Fischtypus anschliesst und durch zahlreiche Larvenphasen hindurchführt. Vor unsern Augen vollzieht sich ein höchst bedeutungsvoller Funktionswechsel, der den Kiemenathmer zum Lungenathmer macht. Batrachiernatur zeigt sich auf das allerinnigste verwandt mit Fischnatur. Sollten die vermehrten Carpalia des Cryptobranchus nicht auch dazu gehören, sollte das nicht auch alte Abstammung bekunden in dem Carpus? Entwicklung hört ja nicht auf, so lange ein Wachsthum des Individuums nachweisbar ist. Man weiss seit lange, dass viele atavistische Zeichen, ebenso wie viele Eigenschaften, die auf einfacher direkter Vererbung beruhen, nicht gleich bei der Geburt bemerkbar sind, sondern erst spät auftauchen und dadurch spät erst als Spuren der gemeinsamen Organisation erkennbar werden. Ich möchte diesen vielen Carpalia des Cryptobranchus eine ähnliche Bedeutung zuerkennen, die eines Hinweises auf Verwandtschaft mit den Fischen.

Die Figuren auf der Tafel VIII sind so angeordnet, dass die Stammesgeschichte der Menschenhand gleichzeitig darin zum Ausdruck kommt. Zu unterst die Hand eines Urodelen, höher jene einer Eidechse. Die Figuren rechts von der Hand der Eidechse stammen von Reptilformen, die in eine Entwicklungsbahn gerathen sind, aus der keine Rückkehr zum Ausgangspunkt möglich ist. Das nämliche gilt von dem Handskelet, das in Fig. 3 und 4 dargestellt ist. Die Figur 12 steht, was ich ausdrücklich bemerken will, im Einklang mit der Thatsache, dass die Zahl der zu der Gliedmasse tretenden Nervenstämme mit der Zahl der Finger nichts zu thun habe. Die peripheren Enden der centralen Nerven-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

stämme gelangen nicht alle bis zu den Fingern, kommen also für den metameren Aufbau nicht in Betracht, wohl kommen aber die centralen Enden in Betracht, insofern der Eintritt der Neurotome in die Anlage der Extremitäten ein deutliches Zeichen der Segmentirung ist, hier ebenso wie an dem übrigen Rumpf, oder wie in dem Bereich des Kopfes.

Erklärung der Tafel.

In der ersten Reihe finden sich die Handskelette von Säugern dargestellt und zwar:

Fig. 1. Mensch, Fig. 3. Delphin (nach Flower),
Fig. 2. Maulwurf, Fig. 4. Fledermaus.

In der zweiten Reihe finden sich die Handskelette von Reptilien dargestellt und zwar:

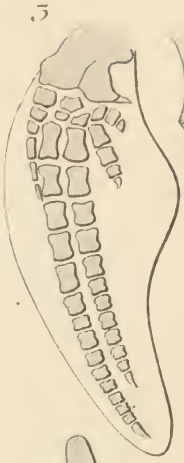
Fig. 5. Eidechse,
Fig. 6. Schildkröte,
Fig. 7. Ichthyosaurus (aus Gegenbaur),
Fig. 8. Pterodactylus (aus Wiedersheim).

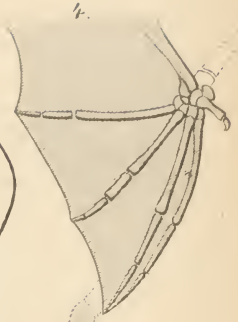
In der dritten Reihe findet sich:

Fig. 9. Das Handskelett vom Salamander,
Fig. 10. Brustflosse, Amia (nach Gegenbaur),
Fig. 11. Entwicklung der Selachierflosse (nach P. Mayer),
Fig. 12. Das fünfstrahlige embryonale Brustglied eines nicht flossentragenden fünffingerigen Wirbelthieres: die fünf Myotomsprossen in dorsale und ventrale Schichten getrennt, fünf ventrale Nervenäste, Fortsetzungen von fünf Neurotomen. Die Nervenäste an dem Ursprung der Gliedmasse aneinandergedrängt. Die Entwicklung der Sclerotome nur an der Hand angedeutet. (Theilweise nach Paterson, Journ. Anat. und Phys., Vol. XXI, 1887.)

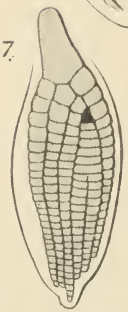
© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

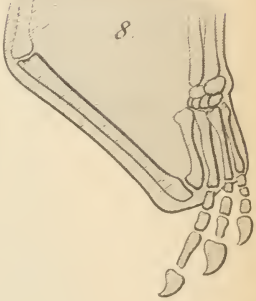
Säuger.

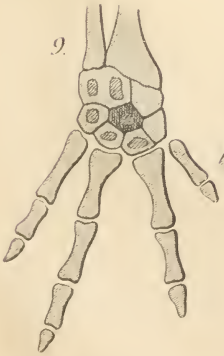




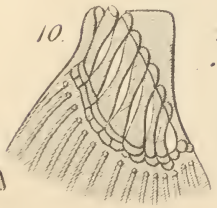
Saurier.





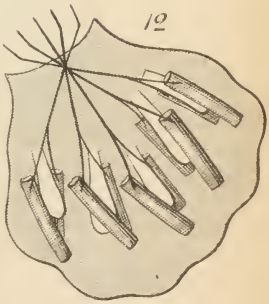


Batrachier.



Amia

Selachier.



Säuger.

Kalb. Gustav Fischer

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Basel

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: 8_1890

Autor(en)/Author(s): Kollmann Julius

Artikel/Article: Handskelett und Hyperdaktylie 604-634