

Ueber das Gliedmaassenskelet der Enaliosaurier.

Von

C. Gegenbaur.

Hierzu Taf. XIII.

Das Skelet der Enaliosaurier gehört zu den nicht allzu zahlreichen fossilen Wirbelthier-Resten, welche sowohl in grösserer Vollständigkeit sich erhalten haben, als auch in verhältnissmässig reicher Anzahl zur Untersuchung gekommen sind. Dem entspricht die ausgedehnte, jene Organismenreste betreffende Literatur, in welcher nicht blos viele und genaue Beschreibungen, sondern auch manche vergleichende Urtheile niedergelegt sind. Am wenigsten kann letzteres bezüglich der Skelete der Gliedmaassen gelten, die einerseits durch ihre oft vortreffliche Erhaltung, durch die sie vor den fossilen Gliedmaassenresten anderer Reptilien ausgezeichnet sind, andererseits durch vieles in Zahl, Form und Lagerung ihrer einzelnen Theile ausgesprochene Eigenthümliche die vergleichende Prüfung herausfordern.

Eine solche Prüfung ist von mir bezüglich der Vordergliedmaassen versucht worden, wobei mehrfache Beschreibungen und bildliche Darstellungen der Hauptrepräsentanten als Unterlage gedient haben. Die Ergebnisse dieser Untersuchung mögen in Folgendem vorgelegt werden. Sie dürfen in gleicher Weise auch auf die hintere Extremität Anwendung finden, da diese die ursprüngliche Uebereinstimmung mit den Vordergliedmaassen nur in wenigen ganz untergeordneten Punkten, wie z. B. in der Grösse, modificirt besitzt.

Ichthyosaurier.

Die Gliedmaassen der Ichthyosaurier werden bekanntlich durch eine sehr grosse Anzahl einzelner Knochenstücke gebildet, die nicht selten noch in ihren gegenseitigen Lagerungsbeziehungen so voll-

ständig erhalten sind, dass der einem Deutungsversuche der einzelnen Theile etwa gemachte Einwand der Unvollständigkeit nicht als stichhaltig gelten kann. Dieses gilt wenigstens für den bei weitem grössten Theil des Skeletcomplexes, und wenn auch am distalen Abschnitte Lösungen in der Verbindung bestehen, oder die einzelnen Stücke aus ihrer Form eine unvollständige Verknöcherung und damit auch eine nicht vollkommene Erhaltung erschliessen lassen, so spielt gerade dieser Abschnitt für die vergleichende Untersuchung eine ganz untergeordnete Rolle.

Das allgemeine Verhalten der gesammten zu einer Flosse geformten Gliedmaasse spricht sich in einer geringen Differenzirung in einzelne grössere Abschnitte aus, so dass die einzelnen Skeletstücke bei einem Vorkommen in grösserer Anzahl nur wenig von einander sich unterscheiden. Nur Ein Knochen macht davon eine Ausnahme, jener, der die Gliedmaasse dem bezüglichen Gürtel anfügt und zweifellos als Humerus für die Vordergliedmaasse, als Femur für die hintere Gliedmaasse gedeutet worden ist.

Verfolgen wir das Verhalten an den Vordergliedmassen weiter, so finden wir nach jenem ersten grösseren, durch eine Einschnürung am Mittelstücke ausgezeichneten Knochen, stets zwei kleinere, die ganz den Charakter der übrigen tragen, wenn nicht einer von ihnen durch eine laterale Einkerbung ausgezeichnet ist. CUVIER¹ hat sie gewiss mit vollem Rechte als Radius und Ulna bezeichnet und ist damit jenen Anatomen entgegengetreten, welche glaubten, dass der Vorderarm den Ichthysosauren fehlte. Da nun die nachfolgenden Knochenstücke, wenn auch kleiner, doch jenen beiden Knochen ähnlich sind, bemerkt er, dass der Vorderarm thatsächlich die erste Reihe eines Carpus zu bilden scheine. Die Bestimmung je eines dieser beiden Knochen als Radius oder Ulna ergiebt einige Schwierigkeiten, da beide Seiten des Armskeletts sich häufig ziemlich gleichartig verhalten, und aus dem Verhalten der Knochen selbst keineswegs häufig ein fester Anhaltspunkt gewonnen werden kann. Es ist somit erklärlich, dass nicht immer der gleiche Knochen als Radius oder Ulna gedeutet ward. Als Kriterium möchte ich das Verhalten des Handskeletes gelten und aus diesem zuerst Radial- und Ulnarseite bestimmen lassen, besonders in jenen Fällen, wo die Vorderarmknochen einander gleich sind. Den durch eine Reihe kleiner Knochenstückchen ausgezeichneten Rand sehe ich als den ulnaren an. Diese Knochen finden sich in verschiedener Ausdehnung aufgereiht, meist ausserhalb der am Vorderarm beginnenden Reihe gelagert. Die

¹; Ossemens fossiles, 4 Edit. Tome X. S. 437.

Gründe für diese Deutung liegen in der Thatsache, dass das Extremitätenskelet niederer Wirbelthiere radial einen bestimmten Abschluss, ulnar dagegen eine sehr veränderliche Zahl von es zusammensetzenden Theilen besitzt. Im Verlaufe dieses Aufsatzes wird mehrfach näher hierauf eingegangen werden müssen.

Wenn bis hierher die vergleichenden Beziehungen nicht gut verkannt werden können, so ist der folgende Theil, und damit die ganze übrige Gliedmaasse schwieriger zu verstehen, zumal auch hier nach den einzelnen Arten manche und bedeutende Verschiedenheiten stattfinden. Bei der von CUVIER beschriebenen Form folgen auf drei als erste Reihe des wahren Carpus angesprochene Knochen zwei Reihen von je vier Stücken, welche CUVIER als zweite Reihe des Carpus und als Metacarpusreihe aufzufassen scheint, da er die Knochenplattenreihen des übrigen Abschnittes als den Phalangen einer Delphinflosse vergleichbar bezeichnet.

Während CUVIER, die Vergleichung ganz im Allgemeinen haltend, Beziehungen zu höheren Wirbelthieren anzudeuten scheint, wird von OWEN¹ vielmehr eine Fischähnlichkeit nachzuweisen versucht. Die wesentlichste Verschiedenheit von der Flosse eines Fisches findet OWEN — abgesehen von dem Schultergürtel — in dem wohlentwickelten Humerus. Dagegen haben nach demselben Forscher die Vorderarmknochen in Kürze und Breite die Fischähnlichkeit bewahrt, und ebenso sind nach demselben die mehrfachen — sieben, acht oder neun — Finger durch ihre zahlreichen kurzen Gliedstücke ein bezeichnendes Merkmal der Verwandtschaft mit den Fischen. Es wird genügen, diese beiden Autoren aufgeführt zu haben, um zu zeigen, dass die Vergleichung sich nur ganz im Allgemeinen bewegt. Andere haben, soweit mir bekannt, nichts wesentlich Neues kundgegeben. Jene Art der Vergleichung muss aber den heutigen Anforderungen ungenügend erscheinen, so sehr CUVIER's Urtheil für seine Zeit werthvoll gewesen ist. Wir haben uns zu erinnern, dass wir es im Carpus nicht mit einer beliebigen Zahl von Skelettheilen, sondern mit ganz bestimmten Theilen zu thun haben, die zwar vielfach verändert, rückgebildet, verschmolzen, ja sogar theilweise verschwunden sein können, die aber für all' Dieses bestimmte Nachweise verlangen.

Der Versuch jener Beurtheilung der einzelnen Stücke könnte mit der Bestimmung des Carpus beginnen, oder der Frage, welcher Theil des reichen, auf die beiden Vorderarmknochen folgenden Complexes

¹) An verschiedenen Orten, neuestens in: *The Anatomy of Vertebrates*. vol. I. S. 470.

von mosaikartig aneinander gefügten Knochenplatten als Carpus anzusehen sei. Die Anwendung des üblichen anatomischen Begriffes des Carpus als eines zwischen Mittelhand und Vorderarm eingefügten, aus meist kleinen Knochen zusammengesetzten Abschnittes, ist unausführbar, eben weil auch ein Metacarpus nicht an sich unterscheidbar ist, sondern wiederum die Kenntniss des carpalen Abschnittes voraussetzt. Da also weder Carpus noch Metacarpus von einander morphologisch gesondert sind, sowie auch der den Phalangen entsprechende Endabschnitt nicht von einem Metacarpus differenziert erscheint, so liegt die Berechtigung vor, diese sämmtlichen Theile als noch im Zustande der Indifferenz befindliche anzusehen. So richtig diese Auffassung an sich ist, so wenig kann sie befriedigen, und auf keinen Fall führt sie die Erkenntniss über die bereits von Cuvier gesteckte Grenzmarke der Vergleichung. Wir werden uns also einen anderen Weg suchen müssen, um jene Gränze glücklich zu überschreiten.

Die Beachtung des hervorgehobenen Zustandes der Indifferenz, in welchem selbst noch die deutlichen, in ihrem morphologischen Werthe erkennbaren Theile, wie z. B. die Vorderarmstücke, stehen, weist uns auf einen niederen Zustand. Dahin weist auch das Schwankende in der Zahl der sogenannten Phalangenreihen bei den einzelnen Arten, sowie die Verbindung der einzelnen Stücke, welche das gesammte Armskelet zu einem einzigen, nur als Ruder wirkenden Organe, zu einer Flosse, zusammenfügte, keinem Abschnitte eigenartige Leistungen gestattend. Von den Amphibien aufwärts treffen wir dagegen jene Sonderungen ausgeprägt; auch da, wo der Arm zur Flosse geworden functionell auf eine niedrigere Stufe tritt, fehlen sie nicht; das Armskelet der Cetaceen, wohl die niederste Skeletbildung unter den höheren Wirbelthieren, da sie sogar der Gelenke entbehrt, trägt unverkennbar jene Scheidung in die einzelnen bei Ichthyosaurus vermissten Abschnitte, und erweist sich dadurch als Rückbildung aus einem höher differenzierten Zustande, die mit der Ichthyosauerenflosse zu vergleichen heutzutage ein grosser Irrthum wäre.

Ausser diesen allgemeinen Verhältnissen verbieten auch die speciellen Beziehungen eine Vergleichung mit den höheren Abtheilungen der Vertebraten. In der ersten, den beiden Vorderarmknochen folgenden Reihe sind drei, in der darauf folgenden fast immer vier Knochenstücke gelagert. Ein ähnliches Verhalten bietet sich nur bei manchen Säugethieren dar, und ist da als ein erworbenes anzusehen, theils durch Verschmelzung zweier Stücke der zweiten Reihe, theils durch Ausfall eines zwischen beiden Reihen gelagerten, von mir als Centrale bezeichneten Knochens, der selbst noch bei Säugethieren in wenigen Abtheilungen

verbreitet vorkommt. Man sehe hierüber das zweite Heft meiner Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie. Leipzig 1865. Da ein solches Centrale die Verknüpfung des Säugethiercarpus mit jenem von Reptilien und Amphibien vermittelt, und sein Mangel bei einzelnen Säugethierordnungen nur als ein secundärer zu gelten hat, wird sein anscheinendes Fehlen bei Ichthyosauren nicht zu einer Vergleichung mit jenen Säugethieren induciren dürfen, es wird vielmehr die Frage entstehen, ob denn die Auffassung jener beiden aus drei und vier Knochen bestehenden Reihen als Carpus überhaupt richtig ist. Der Zustand der Indifferenz, in welchem sich fast das ganze Armskelet findet, gestattet die vorläufige Annahme der Möglichkeit, dass auch mehr als zwei Reihen zum Carpus gehören können. Bei Amphibien (Urodelen) und Reptilien (Schildkröten) ist von mir gezeigt worden, dass die Anordnung der Carpusstücke in Querreihen nicht dem ursprünglichen Zustande entspricht, so dass bei jeder Vergleichung von der Querreihenbildung gänzlich abgesehen werden kann.

Nachdem somit alle nach oben führenden Wege der Vergleichung abgesperrt sind, müssen wir uns nach unten wenden, um dort nach neuen Vergleichungsobjecten zu suchen. OWEN hat bereits diese Bahn zu betreten versucht, ohne jedoch, wie oben bemerkt, zu positiven Ergebnissen gekommen zu sein, denn der Nachweis der Fischähnlichkeit im Baue des Armskelets der Ichthyosauren stützt sich fast ausschliesslich auf Zustände, die aus Anpassungen hervorgingen, und nur auf die functionellen Verhältnisse des Armes Bezug haben. Es wird sogar nachzuweisen sein, dass die meisten jener Eigenthümlichkeiten gar nicht dem »Fischtypus« als solchem, sondern nur einer, hinsichtlich der Gliedmaassen sehr einförmigen Abtheilung (Teleostier) angehörig sind. Die Sonderung des secundären Flossenskelets vom primären, um welches es sich hier allein handeln kann, lehrt in den Gliedmaassen der Teleostier wiederum durch Rückbildung modificirte Zustände kennen, die durch die Ganoiden zu den Selachiern verfolgbar sind. Bei letzteren ist der vollständige Zustand des Skeletes der Gliedmaasse vorhanden, der in jenen anderen Abtheilungen stufenweise Rückbildungen erfährt, wie ich früher (Untersuchungen z. vergl. Anatomie Heft II.) ausführlich nachgewiesen habe. Somit blieben uns nur die Selachier.

Im Baue der Selachierflosse gab sich als durchgreifende Einrichtung das Vorkommen einer — oder, wie bei den Rochen, mehrerer — Reihen von Knorpelstücken zu erkennen, welche andere Knorpelstücke, Radien, an sich aufgereiht tragen. Nach der Lagerung der drei typischen Basalstücke habe ich das gesammte Flossenskelet in drei Abschnitte, Pro-, Meso- und Metapterygium, unterschieden; das letztere

ist der allen Selachiern zukommende, bei den Haien der überwiegende Theil des Skelets. Man kann an ihm eine von dem die Verbindung mit dem Schultergürtel vermittelnden Basalstücke ausgehende Stamm- oder Basalreihe unterscheiden, an deren einer Seite die Radien sitzen. Diese Radien erscheinen am einfachsten als Knorpelstäbe, die bei grösserer Länge gegliedert sind und dann aus einer Folge von Knorpelstücken bestehen. Jedes einzelne der letzteren kann wieder in andere Gestaltungen übergehen, und eine sehr häufige Erscheinung ist die Umwandlung der vierseitigen Gliedstücke in sechsseitige Plättchen, die mit den benachbarten zu einer Art Mosaik verbunden sind. Gar nicht selten ist alsdann die Angehörigkeit dieser Plättchen zu einem Strahl deutlich erkennbar, und es ist der Uebergang eines ungegliederten Knorpelstrahls in eine gegliederte Fortsetzung, ferner der Uebergang der einfach vierseitigen Gliedstücke in polygonale Platten continuirlich verfolgbar. In einem anderen Falle ist solches nur über eine Strecke der Flosse deutlich, während gegen die Peripherie eine Auflösung der Plättchenreihen, und eine gewisse Art von Umordnung derselben erfolgt, aus der eine Anordnung in die Längsaxe der Radien kreuzende Querreihen hervorgeht. Auch da vermag man fast beständig die je einem Radius angehörigen Plättchen zu unterscheiden. Verfolgt man die Längsaxe eines Knorpelradius in die sich aus ihm fortsetzende Plättchenreihe, so geht die Linie häufig aus der Geraden in eine gekrümmte Form über. Da die Radien ursprünglich fast immer gerade sind, so müssen mit der Sonderung des distalen Abschnittes in Plättchen zugleich Verschiebungen stattfinden. Ungleicher Wachstum der Plättchen dürfte dazu den ersten Anlass geben.

Wir sehen also, wie in der Selachierflosse eine Einrichtung vorkommt, die mit der Zusammensetzung der Ichthyosauerenflosse einige Aehnlichkeit besitzt: in Querreihen geordnete Skeletstücke, die mehr oder minder deutlich auf Längsreihen, resp. auf gegliederte, längs verlaufende Stücke (Radien) bezogen werden können.

Die aus der Untersuchung der Selachierflosse gewonnenen Resultate verwerthend, können wir uns nun die Frage vorlegen, ob nicht auch im Armskelet der Ichthyosaueren derselbe Typus zu erkennen sei, wie im Skelet der Selachierflosse. Wenn die Frage bejahend beantwortet werden darf, so muss sich vor allem nachweisen lassen, dass eine Stammreihe von Knochenstücken besteht, an der seitliche Strahlen angebracht sind, die auch durch Reihen von Skeletstücken repräsentirt sein können. Es ist früher von mir gezeigt worden, dass die Basalreihe des Metapterygiums der Selachier mit einem dem Humerus homologen Stücke beginnt und durch Skelettheile sich fortsetzt, die der radialen

Seite des Armskelets höherer Wirbelthiere entsprechen. Suchen wir an der Ichthyosauerenflosse diese Reihe auf, so wird sie also vom Humerus und Radius und den darauf folgenden, dem radialen Rande der Flosse angehörigen Knochenplatten gebildet werden. (Vergl. Fig. 4.) Die in der Abbildung dargestellte stärkere rothe Linie bezeichnet diese Reihe. Ihr müssen den Strahlen der Selachierflosse ähnliche Plattenreihen angefügt sein. Auch diese sind nachweisbar, wie durch die feineren rothen Linien in Fig. 4 dargestellt wurde. Jede einer solchen Linie zugehörige Folge von Knochenstücken kann aus einem gegliederten Skeletstücke gebildet gedacht werden, dessen Theile aus einem ungegliederten Zustande hervorgingen (vergleiche damit Fig. 4), wie solcher für die Selachierflosse ersichtlich ist.

Es ist also die fundamentale Anordnung der Skelettheile bei der Ichthyosaueren-Gliedmasse aus demselben Verhalten ableitbar, welches der Zusammensetzung der Selachierflosse zu Grunde liegt. Wir können in dem zum Beispiele gewählten Falle vier Knochenplattenreihen der Haupt- oder Basalreihe angefügt nachweisen; die erste Reihe beginnt mit der Ulna und wird vom Humerus getragen, die zweite ist dem Radius angefügt, die dritte und vierte sitzen an den beiden auf den Radius folgenden Knochen der Basalreihe. Die erste Reihe scheint (in dem von uns gewählten Falle) nach ihrem siebenten Gliedstücke in zwei Reihen überzugehen, d. h. sie ist terminal gabelig getheilt. Anderen Arten fehlt dieses Verhalten, oder es kommt der Uebergang einer Reihe in zwei an einem anderen Abschnitte vor, wie denn nicht bloß in dieser Hinsicht, sondern auch in der Anordnung der secundären Reihen (die aus Strahlenstücken hervorgingen) auf der Basal- oder Stammreihe eine nicht geringe Mannigfaltigkeit besteht. Da ich die Aufzählung dieser Variationen nicht zu meiner Aufgabe rechne, mag es genügen, auf sie hingewiesen zu haben, Jenen die nähere Untersuchung dieses Verhaltens überlassend, denen das bezügliche Material directer zugänglich ist¹.

In der Auflösung einer Reihe in zwei ist ein ebenfalls im Flossenskelet der Selachier vorkommendes Verhältniss ausgedrückt, das als

¹) Bei *Ichthyosaurus integer* scheint die Dichotomie der Strahlen zu fehlen. Sehr deutlich ist sie bei *Ichthyosaurus communis*. In dem von Cuvier Fig. 3 Pl. 258 der *Oss. Foss. Quatr. Edit.* abgebildeten, scheint eine Dichotomie am radialen Rande vorzukommen, wenn anders die Bezeichnung von Cuvier die richtige ist. Die laterale Reihe besteht aus kleinen Knochen, ähnlich wie in der auf derselben Tafel gegebenen Fig. 4 am ulnaren Rande, welche Figur übrigens die innere Ansicht der in Fig. 3 dargestellten Flosse sein soll. Beide Figuren stimmen jedoch sonst nicht ganz überein.

Dichotomie der Strahlen, am distalen Ende bei Rochen allgemein, nicht selten auch bei Haien besteht. Ob übrigens in dem gewählten Paradigma das Vorkommen von sechs Längsreihen gegen das Ende der vorher nur fünf Reihen aufweisenden Flosse nur von jener Dichotomie ableitbar ist, muss ich zweifelhaft lassen. Es besteht noch eine andere Möglichkeit, die nicht einfach beseitigt werden kann. Die fragliche Doppelreihe besteht nämlich aus einem aus grösseren und einem aus kleinen Tafeln gebildeten Theile, davon der letztere den ulnaren Rand der Flosse einnimmt (siehe Fig. 4). An diesem Rande finden sich nun bei verschiedenen Ichthyosaurusarten kleinere Knochentäfelchen in einer verschieden langen Reihe, die klarlich nicht von einem Strahl abgeleitet werden können, der unterhalb des ersten mit der Ulna beginnenden Strahls an die Basalreihe sich anfügte, sondern der vielmehr, jene Auffassung festgehalten, über dem ersten ulnaren Strahl an der Basalreihe, also am ersten Stücke derselben, d. i. am Humerus angefügt gewesen sein muss. Cuvier hat in dem als Fig. 2 auf Pl. 258 Ossemens fossiles Quatr. Edit.) dargestellten Ichthyosaurusfragmente den grösseren Theil einer solchen Flosse abgebildet, wo eine ulnare Reihe von Knochentäfelchen schon am zweiten Gliede des Ulnarstrahls beginnt. Man kann zwar sagen, dass hier eine dem Ulnarstrahl angehörige Dichotomie vorliege, allein das ist ebensowenig sicher als die andere Ansicht, und gerade die Beziehung zum einem Rande der Gliedmaasse lässt Bedenken entstehen. Dieser Rand der Gliedmaasse markirt sich nämlich dadurch als Ulnarrand, und verlangt besondere Vorsicht in der Beurtheilung der ihm angeschlossenen Theile, da gegen ihn die Reduction erfolgt sein muss, so dass sich hier, je nach dem verschiedenen Grade der letzteren, Strahlenglieder in verschiedener Anzahl erhalten haben können, indess andere auf Strecken hin verloren gegangen sind. Bei der Vergleichung des Armskeletes von Plesiosaurus werde ich auf diesen Umstand zurückkommen.

Durch den Nachweis der Uebereinstimmung des Typus des Flossenskelets von Ichthyosaurus mit jenem der Selachierflosse könnte man zu der Vorstellung einer darauf sich gründenden näheren Verwandtschaft beider geführt werden, welche in demselben Grade die Beziehungen zu höheren Wirbelthierorganismen in die Ferne rückte. Diese Vorstellung wird durch die Beachtung der Thatsache modificirt, dass auch für die höheren Wirbelthiere durch die am Carpus und Tarsus der Amphibien (und mancher Reptilien) wahrnehmbaren Einrichtungen eine Ableitung des Gliedmaassenskelets von gleichen primitiven Zuständen ausführbar ist. In meinen Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie (Heft II. S. 161) habe ich das Schema angegeben, nach welchem die Anordnung

der bezüglichen Skelettheile aufzufassen ist: eine Basal- oder Stammreihe, welche für die Vorderextremität vom Humerus durch den Radius zum Daumen verläuft, und vier Radien, welche der Stammreihe lateral angefügt, in den vier Fingern enden. In Fig. 3 stelle ich eine Abbildung dieses Schema dar, in der zugleich die Differenzirung der Hauptabschnitte des Armskelets ausgedrückt ward.

Bei Zugrundelegung dieses Schema für die speciellere Vergleichung der Ichthyosaurusflosse mit dem Armskelete der höheren Vertebraten stellt sich Folgendes heraus: Auf die beiden Vorderarmstücke folgen drei, die erste Reihe des Carpus zusammensetzende Stücke, davon eines das Radiale der Stammreihe ist, das zweite als Intermedium, dem zweiten Strahl, das dritte Ulnare, dem ersten, ulnaren Strahl angehört, wie aus der bezüglichen Abbildung leicht zu ersehen ist. Dieselben Stücke finden sich in derselben Lagerung bei Ichthyosaurus. Das Intermedium lässt sehr oft durch Einfügung zwischen Radius und Ulna ein Verhalten erkennen, welches an den Carpus von Salamandrinen erinnert.

Dem Intermedium sind ferner bei unserem Schema in distaler Richtung zwei Stücke angefügt, welche ich als Centralia bezeichne und welche beide dem einfachen Centrale entsprechen, das von den Amphibien an bis zu Säugethieren sehr verbreitet vorkommt, im Tarsus von Cryptobranchus sich sogar in der für den Carpus nur hypothetischen Duplicität erhalten hat. Dieselben Stücke finden sich allgemein bei Ichthyosaurus (Fig. 1. c. c.) und dies ist um so wichtiger, als dadurch die bisher nur durch den Tarsus von Cryptobranchus gestützte, sonst rein theoretische Voraussetzung am Carpus, oder vielmehr an dem einem solchen homologen Abschnitte, eine feste Begründung empfängt.

Zur Seite der beiden Centralia, mit ihnen fast eine Querreihe bildend, finden sich ulnar und radial gelagert noch zwei Stücke, welche mit drei distal von den Centralien liegenden von mir als Carpale 4—5 bezeichnet wurden. (Fig. 3 c. 4—5). Die beiden erstgenannten sind bei Ichthyosaurus, soweit ich die Darstellungen vergleichen kann, constant vorhanden (Fig. 1. c¹, c⁵), die drei anderen dagegen (Fig. 3 c², c³, c⁴) sind zuweilen nur durch zwei vertreten, so z. B. bei Ichthyosaurus integer (A. WAGNER, Abhandl. der math. physik. Classe der k. Acad. der Wiss. zu München, Bd. VI, Abth. 2. Taf. XVI, Fig. 4) auch in einer von CUVIER gegebenen Darstellung (Oss. foss. Pl. 258, Fig. 3. 4), während sie in einer andern Form (l. c. Fig. 2) vollzählig sind. Was die ersterwähnte Minderung bedingt, ist für jetzt noch nicht sicher zu ermitteln; möglich ist, dass sie durch die Dichotomie eines Strahls bedingt ist, oder durch eine Vereinigung einer Anzahl der Strahlen.

Wahrscheinlich sind die bedingenden Momente für die einzelnen Fälle sogar sehr verschiedene, was zugleich der Verschiedenartigkeit des speciellen Baues des Flossenskelets von Ichthyosaurus entspricht.

Mit dem Nachweise dieser zehn Knochenstücke, die zu zweien (Radiale und Carpale¹) der Stammreihe, im Uebrigen dem proximalen Abschnitte von lateralen Strahlen angehören, ist die Erkenntniss eines dem Carpus der höhern Vertebraten entsprechenden Abschnittes gewonnen, und es lassen sich die folgenden fünf Stücke als Homologa eines Metacarpus, die übrigen aber als Phalangen deuten, wenn sie auch sämmtlich unter sich, ja sogar von den Vorderarmknochen formell nicht differenzirt sind. Eine Vermehrung der Strahlen bewirkt in jenem Verhalten entsprechende Modificationen, ohne jedoch das als typisch Bezeichnete aufzulösen.¹ Das Armskelet von Ichthyosaurus bietet somit in Zahl und Anordnung seiner Elemente nahe verwandtschaftliche Verhältnisse zu jenem der höheren Wirbelthiere, und nur das Schwankende in der Zahl der in es eingehenden Radien, sowie die beträchtliche Vermehrung der Gliedstücke der letzteren ergibt sich als eine niedere, an die Zustände des Armskelets der Selachier erinnernde Bildung.

Würden die beiden Vorderarmknochen länger gestaltet erscheinen, und ebenso Metacarpus und Phalangenstücke aus der platten, oft sogar breiten Gestalt in die cylindrische übergegangen sein, und die Phalangen mit ihrer Verlängerung eine Reduction in der Zahl erlitten haben, so schlosse sich das Armskelet von Ichthyosaurus enge an jenes der Amphibien an. Bei diesen besteht nur noch im Verhalten des Carpus der bei Ichthyosaurus für den ganzen Skelet-Complex vorhandene niedere Zustand fort, die übrigen Theile erscheinen dagegen weiter entwickelt, entsprechend der geänderten Verrichtung, in welche die Glied-

¹) Daraus geht zugleich hervor, dass das Handskelet der höheren Wirbelthiere auf die Pentadactylia beschränkt ist, die schon bei Ichthyosaurus ihre Repräsentanten besitzt. Wenn die vier Finger die Enden von selbst im Carpus noch ganz deutlich nachweisbaren Strahlen sind, so muss eine Mehrzahl von Fingern durch das Verhalten des Carpus erkennbar sein. Von den Amphibien an aufwärts ist aber nirgends eine Andeutung davon vorhanden. Es ist daher auch von dieser Seite her nachweisbar, wie sehr die Annahme gewisser Skeletstücke bei Amphibien als Rudimente eines sechsten Fingers unzulässig ist.

Dass die als Monstrosität nicht seltene Polydactylie höherer Wirbelthiere nicht hierher gehört, bedarf kaum einer besonderen Erwähnung. Sie könnte als ein Rückschlag nur auf Formen bezogen werden, die unendlich weit abstehen, wie eben Ichthyosaurus und die Selachier, und darin müssten nicht blos in der Zahl der Finger, sondern auch in den specielleren Formverhältnissen der Phalangen, wie aller Skelettheile der Hand jenen niederen Zuständen entsprechende Verhältnisse sich nachweisen lassen, von welchen thatsächlich auch die geringste Spur vermisst wird.

maasse eintrat. Dieselbe Weiterentwicklung, welche den einzelnen Abschnitten besondere Function überträgt, äussert sich auch in der zwischen den einzelnen Abschnitten durch aufgetretene Gelenkbildung gestatteten Beweglichkeit. Fassen wir Alles zusammen, so begegnen wir in den Gliedmaassen der Ichthyosauren einer Form, die zwar noch Manches aus einem niedern Zustande bewahrt hat, aber dennoch bereits alle Elemente höherer Gliedmaassenformen in sich trägt. Das letztere überwiegt das erstere, denn das bis auf kleinere Verhältnisse sich erstreckende Uebereinstimmende der Anordnung ist wichtiger als die Verschiedenheit, die sich in der speciellen Form und in der Zahl der Skeletstücke ausspricht.

Plesiosaurus.

Dem indifferenten Zustande der Gliedmaassenskelette von Ichthyosaurus stellt sich das in seinen einzelnen Abschnitten scharf gesonderte Skelet der Extremitäten von Plesiosaurus gegenüber. Beiden Gattungen ist nur die ziemlich vollkommene Uebereinstimmung von Vorder- und Hintergliedmaassen und die Umformung derselben zu einer Flosse gemeinsam. Die Vollständigkeit der Erhaltung in sehr vielen Fällen bietet der vergleichenden Betrachtung auch hier eine ziemlich sichere Unterlage, und wenn bei einzelnen Arten auch eine Verschiebung ganzer Abschnitte, vorzüglich des Carpus stattfand, oder die Kleinheit und mangelnde Ausprägung der untereinander verbundenen Flächen auf eine nicht immer vollständige Verknöcherung schliessen lässt, so treten wieder andere Formen dafür ergänzend ein, und es ist ein Gesamtbild leicht zu gewinnen. Ein solches bietet die Darstellung, welche OWEN¹ gegeben hat.

An der vordern Extremität ist der sehr ansehnliche Humerus an seinen beiden Enden charakteristisch gestaltet. Die Form des distalen Endes weist auf eine Gelenkbildung hin. An Länge kommt er etwa einem Drittheil des gesammten Armskelets gleich. Die zwei Knochen des Vorderarmes sind gleichfalls gesonderter. Einer davon, in der Mitte meist etwas eingeschnürt, ist der Radius, der andere ist die Ulna, die eine concave Radialfläche besitzt, indess die entgegengesetzte stark convex erscheint. Die ziemlich platte Gestalt beider Knochen kann als eine Annäherung an die bei Ichthyosaurus vorhandene Form gelten, wenn man nicht, vielleicht richtiger, darin blos eine Anpassung an die Flossennatur der ganzen Gliedmaasse erkennen will. Diese äussert sich auch in der Form der nun folgenden sechs Carpusstücke, die in

¹) Monograph of the fossil Reptilia of the Liassic formations. Part first. Sauropterygia. London 1865.

zwei Reihen angeordnet sind, und am ulnaren Rande häufig noch ein siebentes Stück angelagert haben. Auf den Carpus folgen fünf Mittelhandknochen, welche die aus ähnlich gestalteten Stücken bestehenden Phalangenreihen tragen. Die Zahl der Glieder ist zwar viel geringer als bei Ichthyosaurus, erhebt sich aber noch über die bei den lebenden Reptilien getroffene Zahl.

Bei der Beurtheilung dieser Skeletverhältnisse kann man zwei verschiedene Wege einschlagen. Man kann einmal die vorhandene Differenzirung als etwas Gegebenes ansehen, und innerhalb jedes Abschnittes die Homologie mit dem nämlichen Abschnitte anderer Wirbelthiere zu bestimmen versuchen. Dieser Weg setzt bereits den Nachweis der Homologie der bezüglichen Abschnitte voraus, und da dieselbe für einzelne Stücke evident ist, erscheint vielleicht dieses Verfahren als ein ziemlich gesichertes. Da kein Zweifel sein kann, dass der Humerus von Plesiosaurus jenem der übrigen Wirbelthiere homolog ist, da ebensowenig ein Bedenken an der Homologie der beiden Vorderarmstücke mit jenen anderer Wirbelthiere sich begründen lässt, warum sollte der Carpus nicht homolog dem Carpus anderer Vertebraten sein, da er doch ebenso charakteristisch gestaltet und deutlich vom Vorderarm und den unzweifelhaften Mittelhandknochen abgegrenzt wird? Da es hier nicht erst des Bestimmens der einzelnen Abschnitte bedarf, erscheint die Sachlage viel einfacher als bei Ichthyosaurus. Die Aufgabe der Vergleichung würde sich also auf die Bestimmung der einzelnen Carpus-theile concentriren müssen, da nur noch hier ein Problem besteht. Für die ersten drei Knochen, von denen der mittlere in der Regel der grösste ist, erhebt sich keine Schwierigkeit, Radiale, Intermedium und Ulnare sind durch ihre Beziehungen zu den Vorderarmknochen sofort bestimmbar. So sind sie auch von OWEN so bestimmt worden, der sie mit den die Anthropotomie entnommenen Namen: Scaphoides, Lunatum und Cuneiforme (Triquetrum deutscher Autoren) belegt hat. Die geringe Schwierigkeit, die sich hier ergiebt, scheint fördernd für die Bestimmung der Knochen der zweiten Reihe des Carpus gewirkt zu haben, denn wir finden diese einfach als Trapezium, Trapezoides und Magnum (Capitatum) gedeutet, wenn auch die Lagerungsbeziehungen zu der Mittelhand ganz andere sind, als bei jenen Wirbelthieren, wo die genannten Namen grösseres Recht besitzen. Prüfen wir Dieses näher.

Gegen das Trapezium und Trapezoid scheint kein Bedenken geltend gemacht werden zu können; sie tragen hier wie sonst das erste und zweite Metacarpale. Auffallend muss aber sein, dass das OWEN'sche Trapezoid auch Beziehungen zum dritten Metacarpus-Knochen besitzt, wie bei besser erhaltenen Formen, z. B. bei Plesiosaurus

rugosus (OWEN, op. cit. Taf. XIV, Fig. 2) deutlich ist. Bedenklicher wird das Verhalten des Magnum. Es trägt in allen von OWEN dargestellten Fällen den vierten Mittelhandknochen, bei *Pl. rostratus*, ausser jenem auch noch den dritten, und bei *Pl. homalospondylus* ist der vierte und fünfte mit ihm verbunden. Die Beziehungen, die es bei Säugethieren in grosser Beständigkeit zum dritten Metacarpale hat, und ebenso in seinem homologen Stücke bei Amphibien und Reptilien, sind in keiner Weise vorhanden, daher der Zweifel an der Richtigkeit der Deutung berechtigt wird. Dieser Zweifel wächst durch die Erwägung, dass das fragliche Os magnum der letzte, ulnare Knochen der zweiten Carpusreihe ist, indem das fünfte Metacarpale vom Radiale (Cuneiforme OWEN) getragen wird. Wenn man von den Knochen des menschlichen Carpus sechs in der *Plesiosaurus*-flosse beschrieben findet, hat man ein Recht, auch nach dem siebenten zu fragen, dem *Uncinatum*. Im Carpus selbst, wo es ja doch liegen sollte, ist es allerdings nicht nachweisbar, deshalb hat es OWEN in einem ausserhalb desselben gelegenen Knochen gesucht. OWEN's *Uncinatum* liegt an der Ulnarseite des Ulnare (Cuneiforme). So bei *Pl. rugosus* und *macrocephalus*. Anderen scheint es zu fehlen. Von allen charakteristischen Eigenschaften des *Uncinatum* der übrigen Wirbelthiere hat es nur die eine, dass es dem Ulnare (Cuneiforme) angefügt ist, und diese Eigenschaft verhält sich derart, dass sie aufhört, eine Uebereinstimmung mit dem *Uncinatum* der übrigen Vertebraten zu bilden, denn jene Verbindung mit dem Ulnare geschieht nicht am distalen Ende des letzteren, sondern am lateralen. Da also die einzige scheinbare Begründung einer Homologie sich auflöst, und auch niemals eine Verbindung mit Metacarpus-Knochen besteht, wird es mehr als wahrscheinlich, dass das *Uncinatum* OWEN's nichts mit dem gleichnamigen Skelettheile des Carpus anderer Wirbelthiere zu thun hat, vielleicht gar nicht dem eigentlichen Carpus angehört. Zu den Zweifeln bezüglich des Os magnum kommt also noch die Constatirung des Fehlens eines *Uncinatum* im Carpus. Die ganze Vergleichung wird dadurch erschüttert, denn die vorgetragenen Bedenken wirken nothwendig auch auf das Trapezoid.

Auch von anderer Seite entstehen Bedenken an der Richtigkeit jener Vergleichung, die sich sofort auf die Säugethiere, ja eigentlich sogar nur auf den Menschen bezieht, da das unter den Säugethieren zwar nicht allgemein vorhandene, aber doch ziemlich weit verbreitete Centrale nicht mit in Rechnung gezogen ist. Bei der vergleichenden Untersuchung eines Reptils oder doch reptilienartigen Wirbelthiers wird vor allem bei den sonst verwandten Formen Umschau gehalten werden müssen. Auch von dieser Seite ist das Ergebniss der fraglichen Deu-

tung nicht günstig, und weder bei Amphibien noch bei Reptilien besteht eine Carpusform, welche mit jenem von Plesiosaurus einige Uebereinstimmung wahrnehmen liesse. Wenn OWEN sagt, dass bei Plesiosaurus die Gliedmaassen eine Entwicklung nehmen, die jener von Chelonia sehr nahe kommt¹⁾, so besteht nach meiner Meinung kein einziges Factum für die specielle Begründung. Eine Verwandtschaft mit einer Cetaeenflosse zu erkennen ist nicht unrichtiger.

Die Voraussetzung, unter der die bisher geprüften Vergleichen vorgenommen waren, bestand in der Annahme der zwei Reihen von kurzen, platten Knochenstücken als Carpus, und der darauf folgenden, aus fünf schlanken Knochen gebildeten Reihe als Metacarpus. Die Unterscheidung gründete sich nur auf die Form der betreffenden Theile. Die Untersuchung von Ichthyosaurus hat gezeigt, dass dort ein Carpus in allen seinen einzelnen Stücken und ebenso ein Metacarpus vorhanden ist, beide in den sonst diesen Theilen zukommenden Lagebeziehungen, aber in der Form der einzelnen Stücke nicht von einander verschieden. Die Metacarpusstücke tragen wie die Phalangen den Charakter der Carpusstücke. Man konnte aus der dort weiter geführten Vergleichung ersehen, dass neben der Form noch andere Dinge in Betracht gezogen werden müssen. Bei solcher Unterordnung des Formellen wird man zu der Frage geführt, ob das unzulängliche Verhalten des Carpus bei Plesiosaurus nicht durch eine Entfremdung eines Theiles des sonst den Carpus bildenden Abschnittes entstanden sei. Wie bei Ichthyosaurus Metacarpusknochen und Phalangen formell den Carpuscharakter tragen, so kann auch einmal der Carpus oder doch ein Theil davon den Charakter von Metacarpusknochen besitzen. Einfacher ausgedrückt würde das heissen: kurze Knochen können in längere übergehen, also kann ein Carpusknochen formell zu einem Metacarpusknochen werden. Da dieses nicht bezweifelt werden kann, und man für die anatomischen Begriffe Carpus und Metacarpus, wie sie einmal üblich, keine anderen Kriterien als die Form der Knochen selbst besitzt, wird die aufgeworfene Frage in ihrer Anwendung für das Armskelet von Plesiosaurus eine Berechtigung erhalten.

Die bestimmte Beantwortung der aufgeworfenen Frage wird bei dem Mangel aller in den einzelnen Stücken selbst liegenden Kriterien, nur aus dem Verhalten der bezüglichen Skelettheile zu einander zu erzielen sein. Dieses Verhalten wird dann durch die Beziehung auf das von mir auch bei Ichthyosaurus angewandte Grundschema der Gliedmaassen geprüft werden können. Suchen wir die durch den Ra-

¹⁾ Anatomy and Physiology of Vertebrates. Vol. I. London 1866. S. 174.

dius verlaufende Stammreihe auf, so finden wir sie durch die zwei radialen Knochen der beiden Carpusreihen in den ersten Finger übergehend, ganz in Uebereinstimmung mit dem Verhalten bei anderen Wirbelthieren (Vergl. Fig. 2 u. 3). Der erste Strahl wird von Ulna, dem bezüglichen Carpusknochen, Ulnare (Fig. 2 *u*) und dem darangefügten Metacarpus mit dem fünften Finger gebildet. Den zweiten Strahl setzt das Intermedium (Lunatum), der dritte Knochen der zweiten Carpusreihe (Magnum, nach OWEN), der vierte Metacarpusknochen mit dem vierten Finger zusammen. Den vierten Strahl bildet der zweite Knochen der zweiten Carpus-Reihe (Trapezoid nach OWEN) und der dritte Metacarpusknochen mit dem dritten Finger. Endlich finden wir den vierten Strahl durch das zweite Metacarpale mit dem zweiten Finger gebildet. Es erweist sich also auch hier bei Plesiosaurus die Zusammensetzung des Armskelets nach demselben Typus, wie er im Allgemeinen bereits bei der Selachierflosse besteht, und ebenso bei den höheren Wirbelthieren erkennbar ist.

Die Uebereinstimmung im Typischen ist von manchen nicht unbedeutenden Modificationen begleitet. Das dritte Stück des ersten Strahls gehört sonst dem Carpus an (Fig. 3 *c*⁵). Bei Plesiosaurus ist es ein Metacarpusknochen (Fig. 2 *c*⁵). Auch das dritte Stück des zweiten Strahles (Fig. 3 *c*⁴) ist immer ein Carpusknochen, mit Ausnahme von Plesiosaurus (Fig. 2 *c*⁴), wo es den vierten Metacarpusknochen vorstellt. Ebenso ist das zweite Stück des dritten Strahls ein Carpale (Fig. 3 *c*³), bei Plesiosaurus das dritte Metacarpalstück (Fig. 2 *c*³), und am ersten Stück des vierten Strahls ist eine ähnliche Veränderung vorhanden, indem es sonst ein Carpalknochen (Fig. 3 *c*²), bei Plesiosaurus der zweite Metacarpusknochen ist (Fig. 2 *c*²). Die Metacarpusknochen der vier Finger von Plesiosaurus sind demnach bei den höheren Wirbelthieren als Carpalstücke gebildet; es sind dieselben Elemente, die ich als Carpale 2—5 bezeichne, und die dem Trapezoides (*c*²), dem Magnum oder Capitatium (*c*³) und endlich dem Uncinatum (*c*⁴ + *c*⁵) homolog sind. Die beiden, von OWEN als Trapezoid und Magnum bezeichneten Knochen des Carpus (Fig. 2 *cc*) können dagegen nichts anderes sein, als zwei Centralia, jenen homolog, wie wir sie oben bei Ichthysaurus kennen gelernt haben. Wenn wir uns einen indifferenten Zustand des Armskeletes vorstellen, ähnlich wie er bei Ichthysaurus besteht, so können wir davon die beiden anderen Formzustände ableiten. Bei der einen Form (Amphibien etc.) gehen mehr Stücke in den Carpus über, weniger bei der anderen Form (Plesiosaurus), indem bei dieser vier, bei der ersten zum Carpus verwendete Knochen in den Metacarpus übergegangen sind. Dass die in der ersten Form als Grundpha-

langen der vier Finger erscheinenden Knochen bei Plesiosaurus die zweite Phalangenreihe der vier Finger bilden müssen, ist selbstverständlich.

Es bleibt nun noch das von OWEN als *Uncinatum* bezeichnete Knochenstück zu beurtheilen, welches ausserhalb des Carpus liegt. Solche Stücke scheinen bei Plesiosauren allgemein verbreitet zu sein. Ausser dem eben erwähnten findet sich noch ein zweites am Ulnarrande der Gliedmassen zwischen Ulna und Ulnare eingefügt. Bei *Pl. dolichodeirus* und *macrocephalus* ist es scheibenförmig, mit seinen Rändern den benachbarten Knochen wenig angepasst; bei *Pl. rugosus* dagegen keilförmig zwischen Ulna und Ulnare eingeschoben. OWEN hat es als *Pisiforme* bezeichnet. Endlich kommt ein dritter Knochen bei *Pl. rugosus*, nahe am proximalen Ende der Ulna vor. Da all' diese Knochen (vergl. Fig. 2 $p^1 p^2 p^3$) ausserhalb der bereits beurtheilten liegen, und diese sämtlich bekannte Knochen des typischen Armskeletes in sich begreifen, wird ihre Herkunft nicht durch Vergleichung der nur jenes Armskelet besitzenden Wirbelthiere aufgedeckt werden können. Wo sie in grösserer Anzahl vorkommen — zu dreien bei *Pl. rugosus* — bilden sie keine unansehnliche Vergrösserung des Armskelets nach der Ulnarseite hin. Sie finden sich an jener Seite, an welcher wir gegliederte Strahlen, einer Stammreihe von Skeletstücken angefügt, uns vorstellten, und welche zugleich dieselbe Seite ist, an der bei den Selachiern eine viel grössere Anzahl von Strahlen von der Basal- oder Stammreihe hervortritt. Bei der Frage nach den genetischen Verhältnissen eines Skelettheiles ist es viel richtiger an die Abstammung desselben von einem niederen, vielleicht noch ganz fremde Beziehungen bietenden Zustande zu denken und derselben nachzugehen, als sich statt weiterer Bemühung der Vorstellung einer Neubildung hinzugeben. Wir betrachten daher diese Stücke nicht als Neubildungen, Knochen eigener Art. In dem uns beschäftigenden Falle wird die Forschung bedeutend erleichtert durch die Erkenntniss der Zusammensetzung des Armskelets aus einzelnen Strahlen und der damit gegebenen Uebereinstimmung mit der Selachierflosse, bei der die Strahlen zudem um vieles zahlreicher sind.

Wenn wir annehmen dürfen, dass das eine geringere Anzahl von Strahlen aufweisende Armskelet höherer Wirbelthiere aus einer reichere Strahlen besitzenden Form hervorging, die niederen Wirbelthieren angehört, so werden wir im Hinblick auf diesen Zusammenhang, die am ulnaren Rande des Skelets von Plesiosaurus *rugosus* gelagerten Knochenstücke als Gliedstücke eines Strahles betrachten dürfen.

Verschieden von den übrigen, das typische Armskelet zusammensetzenden, haben diese Gliedstücke die Verbindung unter sich verloren

und reichen weder zur Stammreihe empor, noch bis zur Hand hinab. Bei anderen erfahren sie weitere Reductionen. Zwei sind bei *Pl. macrocephalus* vorhanden, und nur eines, das mittlere von den dreien bei *Pl. rugosus*, fast zwischen Ulna und Ulnare gelagert, kommt *Pl. dolicho-deirus* zu. Andern Arten fehlt auch dieses, so dass, wenn nicht völliger Mangel, doch eine fehlende Ossification angenommen werden darf, also für jeden Fall eine Rückbildung.

Jenes eine bei drei Arten von *Plesiosaurus* erhaltene Knochenstück ist von CUVIER¹ schon als Pisiforme bezeichnet worden. OWEN ist ihm darin gefolgt. In der That entspricht es in seiner Lagerung jenem Knochen, wie er bei Reptilien (Sauriern, Krokodilen) und Säugethieren vorkommt². Durch die ausserhalb des typischen Carpus befindliche Lage, sowie durch die Beziehungen zur Sehne eines Muskels ward ich früher (Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie, Heft I, 1864, bestimmt, dem Pisiforme eine andere Deutung zu geben und es nach dem Vorgange Anderer für ein Sesambein zu erklären. Bei ausschliesslich isolirtem Vorkommen am Ulnarrande des Carpus wäre auch kaum eine andere Anschauung zu begründen. Das ändert sich durch die Beachtung anderer am Ulnarrande befindlicher Knochen, zu denen auch die bei *Ichthyosaurus* vorkommenden Reihen gehören.

Wie bei *Plesiosaurus* nur vom proximalen Abschnitte des primitiven Strahles Stücke erhalten sind, so finden sich bei *Ichthyosaurus* die Stücke mehr dem distalen Theile des Strahls entsprechend. Jene lagern an der Seite der Vorderarmknochen und des Carpus, diese mehr in dem Verlaufe der Phalangenreihen. Beiderlei Befunde stehen also in einem sich gegenseitig ergänzenden Verhältnisse zu einander, und aus dem Zusammenhalte beider ergibt sich aufs überraschendste die Vorstellung eines jenseits des Ulnarstrahls liegenden anderen Strahls, dessen Stücke zum grössten Theile sich nicht mehr vollständig entwickeln³. (Vergl. Fig. 4 $p^1 p^2 p^3 p^4$.)

¹) Ossemens fossiles. Tome X. p. 460.

²) Bei Schildkröten hat der als Pisiforme bezeichnete Knochen eine verschiedene Lagerung. Am Carpus von *Chelonia* findet er sich von wesentlicher Grösse dem Carpale 5 angeschlossen. Es entsteht daraus die Frage, ob hier wirklich eine Homologie vorliegt. So lange es sich nur um das Vorkommen Eines ulnaren Randknochens handelte, war es motivirt, die verschiedene Lage auf Lageveränderung desselben Knochens zu deuten. Das Vorkommen mehrerer Knochen giebt der Möglichkeit Raum, dass die in den einzelnen Abtheilungen höherer Wirbelthiere vorhandenen Pisiformia nicht immer homologe Theile sind.

³) Bei *Ichthyosaurus* reicht diese accessorische ulnare Knochenreihe zuweilen über den Carpus bis nahe an den Vorderarm. (Vergl. CUVIER Oss. foss. Pl. 368, Fig. 2.)

Jene einzelnen, an der Ulnarseite gelagerten Knochenstücke erscheinen als die unansehnlichen Reste einer reicheren Bildung, von der schliesslich nur das Pisiforme als letzte Spur sich forterhält.

Das Skelet der Gliedmaassen von Plesiosaurus ist uns somit nach verschiedenen Seiten von grosser Wichtigkeit. Erstlich zeigt es sich uns bezüglich der allgemeinen Verhältnisse seiner Constitution in völliger Uebereinstimmung mit den Gliedmaassen der übrigen Wirbelthiere, und hilft damit die verwandtschaftlichen Beziehungen derselben fester begründen. Zweitens bietet es innerhalb dieser Uebereinstimmung Differenzirungen eigenthümlicher Art, die ihm eine besondere Stelle anweisen, jede Fortsetzung in höhere Formen, soweit sie unter den Lebenden bekannt sind, ausschliessend. In dem Verhalten des Carpus und Metacarpus wird uns ein neuer Weg gezeigt, den die Differenzirung dieser Theile eingeschlagen. Er führt uns zur Annahme, dass Plesiosaurus früher als die lebenden Amphibien vom Vertebratenstamme sich abzweigte, und dass, wenn zwar das Gleiche auch von Ichthyosaurus gilt, beide Gattungen als Repräsentanten sehr weit von einander, wie von allen lebenden Amphibien und Reptilien entfernt stehender Abtheilungen, angesehen werden müssen.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind mehr oder minder schematische Darstellungen der vorderen Extremität, und zur Erläuterung der Homologieen der Gliedmaassen niederer und höherer Wirbelthiere bestimmt.

- Fig. 1. Von Ichthyosaurus, zum Theile nach der von CUVIER in den Oss. foss. 4. Ed. Taf. 238, Fig. 4 gegebenen Abbildung.
 Fig. 2. Von Plesiosaurus, der grösste Theil nach OWEN's Abbildung von Plesiosaurus rugosus (l. s. c.)
 Fig. 6. Schema des Skeletes der vollständigen Vorderextremität eines Amphibium.
 Fig. 4. Schema der Bildung der vorigen aus einer Flosse.

Bezeichnungen der Skelet-Theile:

H. Humerus.

R. Radius.

U. Ulna.

r Radiale (Scaphoides).

i Intermedium (Lunatum).

u Ulnare (Triquetrum, Cuneiforme).

c¹ Carpale¹ (Trapezium, Multangulum majus).

c² Carpale² (Trapezoides, Multangulum minus).

c³ Carpale³ (Magnum, Capitatum).

c⁴ Carpale⁴ }

c⁵ Carpale⁵ } (Uncinatum, Hamatum).

m¹⁻⁵ Metacarpus.

Fig. 1.

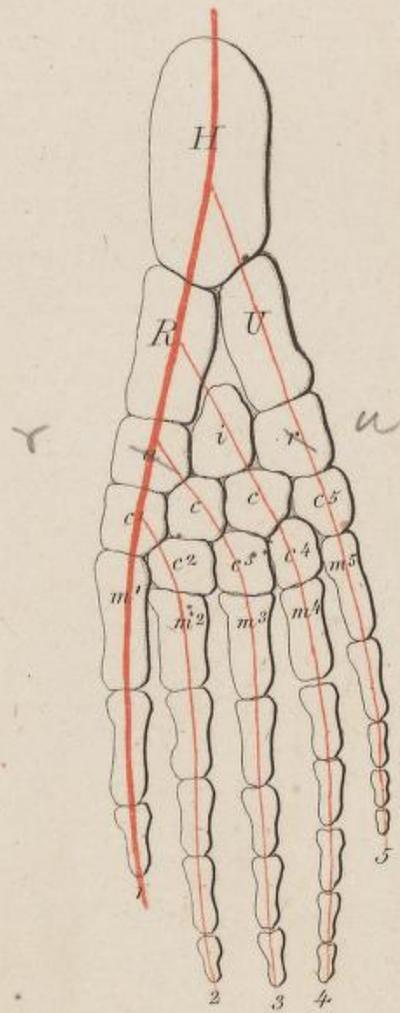


Fig. 2.

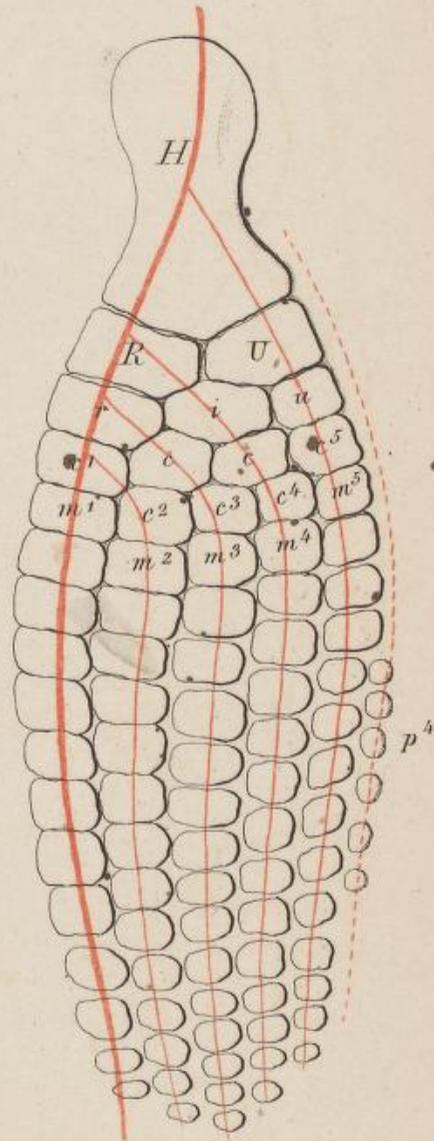


Fig. 3.

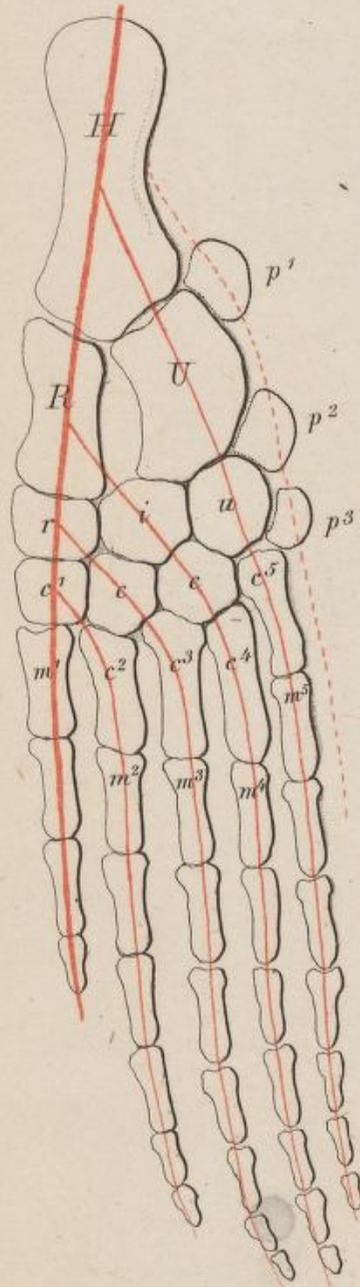


Fig. 4.

