

Aus dem zoologisch-vergl. anatomischen Institut der Universität Zürich.

Untersuchungen zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Brustschulterapparates der Urodelen.

Von

ERNST ENGLER.

(Als Manuskript eingegangen am 13. September 1929.)

Die Reihe der Amphibienschultergürtel lässt sich vom biologischen Standpunkt aus als eine phylogenetische Einheit auffassen. Als Ursprung für die grossen Formverschiedenheiten der Anurenschultergürtel müssen wir die kleinen Formschwankungen des Urodelenschultergürtels betrachten. Diese Betrachtungsweise gibt uns auch das Verständnis für 1. die strukturellen Verschiedenheiten, 2. die verschiedenen Verbindungsarten und 3. die Lagerungsverhältnisse in der Amphibienschultergürtelreihe.

Die erste dieser drei Entwicklungstendenzen ist durch die Veränderungen des Lebensraumes zu erklären (Wasser — Land). Bei den Urodelen treten Knochenkerne auf, die in ihrer Zahl mit der aufsteigenden Schultergürtelreihe von einem bei *Proteus*, *Cryptobranchus*, *Megalobatrachus* und *Amblystoma*, zwei bei *Siren* und *Amphiuma* bis drei bei den Salamandrinen steigen. Ob diese drei Ossificationscentren in entwicklungsgeschichtlichem Zusammenhang stehen, kann bis heute weder von der Paläontologie noch von der Ontogenie beantwortet werden. Vielleicht kann die experimentelle Methode Licht in diese Verhältnisse bringen. In der Anurenschultergürtelreihe findet eine fortschreitende Verknöcherung von der Scapula her auf den ventralen Schultergürtelteil statt, so dass dieser teilweise (bei *Engystomidae*) oder ganz (bei *Dendrobatidae*) verknöchern kann.

Parallel mit der Zunahme von Knochen- und der Abnahme der Knorpelsubstanz geht die Verbindung der ventralen Schultergürtelteile. Bei Urodelen überlagern sich die Coracoide und zwar ist diese Lagerung bei *Salamandra atra* Laur. und *Salamandra maculosa* Laur. infolge des intrauterinen Lebens ganz unkonstant, während sie bei

Molge alpestris Laur. der Normallagerung: das rechte Coracoid überlagert das linke ventralwärts, näher kommt. Die Arcifera weisen dieselben Lagerungsverhältnisse auf, nur kreuzen sich hier die Epicoracoiden. Somit können wir von einer coracoidalen und epicoracoidalen Arciferie sprechen. Eine vermittelnde Stellung dieser beiden Verbindungsarten nehmen die Aglossa ein, deren Epicoracoiden sich im hintern Teil kreuzen, während sie im vordern Teil nebeneinander gelagert sind. Bei den Firmisternia sind die Epicoracoiden in der Mitte verwachsen, und zwar erreicht die Befestigung der Schultergürtelhälften ihren höchsten Grad wieder bei den Engystomidae und Dendrobatidae.

Die ventralen Schultergürtelteile zeigen die Tendenz zur Parallelstellung, die bei den Firmisternia erreicht ist.

Wenn wir nun annehmen, dass der ventrale Schultergürtelteil der Urodelen, dessen Teile einen medialen resp. cranialen Verlauf nehmen, eine Drehung um den Humeruskopf als Drehpunkt ausführt, so kommen wir zur Schultergürtelform der Aglossa, in denen wir dann das Übergangsglied von den Urodelen- zu den Anurenschultergürteln zu erblicken hätten. Damit wäre auch die sonst sinnlose Lagerung der Epicoracoiden bei Aglossa und das konstante Auftreten der Epicoracoiden bei Anuren erklärt. Den strukturellen Übergang vom Urodelen- zum Anurenschultergürtel hätten wir uns so vorzustellen, dass die Tendenz zur Ausfüllung der Incisura coracoidea, wie sie in der Urodelenschultergürtelreihe deutlich erkennbar ist, sich verwirklicht hätte. Durch die Verknöcherung des Coracoids bei Aglossa und die Clavicula wurde dann die Knorpelplatte zwischen diesen beiden Skelettelementen infolge Funktionslosigkeit rückgebildet. Der Xenopus-Schultergürtel befindet sich nach der Figur von DE VILLIERS (1922) auf diesem Wege.

In der Entwicklung des Urodelen-Schultergürtels können wir eine vollständige Homologie mit dem von *Bombinator pachypus* Fitz. feststellen. Die erste Anlage ist als eine Membran zu beobachten, die vom Humeruskopf als Zentrum aus verknorpelt und sich in die Linea alba auflöst. Diese erfährt durch das Wachstum der Coracoidplatten eine Verziehung, die auf allen Schnitten durch die Schultergürtelgegend als Z-form feststellbar ist. Als entgegengesetzte Beobachtung GOERTE'S muss die Verbindung des Coracoids mit dem Procoracoid angeführt werden; dadurch bestätigt sich die Ansicht GEGENBAUR'S, das Procoracoid sei eine gemeinsame Bildung der Scapula und des Coracoids.

In der Ontogenie des Salamandrinensternums kann eine vollstän-

dige Wiederholung der phylogenetischen Entwicklung dieses Skelettelements festgestellt werden. Als erste Anlage macht sich eine Kernagglomeration in der Linea alba bemerkbar, die dann nachher von der Mitte aus verknorpelt und die Sternalplatte bildet. Von dieser aus wachsen durch fortschreitende Verknorpelung die Sternallamellen, die durch die Membrana sterno-coracoidea miteinander verbunden sind. Die Beobachtungen GOETTE's, die Taschen, die aus den eben beschriebenen Teilen hervorgehen, seien Bildungen der Coracoide (Epicoracoide), konnte ich nicht bestätigen. Das Sternum der Salamandrinen ist eine alleinige Bildung der Linea alba, somit also costalen Ursprungs, obschon das Sternum zu keiner Zeit der Entwicklung mit den Rippen in Verbindung steht.

Die Sternalplatte des Salamandrinesternums ist homolog den Hörnern des Bombinatorsternums, während die Taschen des Urodelensternums Bildungen der Linea alba sind und deshalb nicht mit den Blättchen des Bombinatorsternums, die zonalen Ursprungs sind, verglichen werden dürfen. Vielleicht dürfen wir die Fortsätze des Ranidensternums zwischen die Epicoracoide hinein als homologe Gebilde mit den Taschen des Salamandrinesternums vergleichen. Dann wäre eine vollständige Homologie dieser beiden Sterna vorhanden.

Die ausführliche Arbeit erscheint in „Acta zoologica“, Bd. 10, 1929.
