

Beiträge zur Entwicklung
von
Cypselus melba,
nebst
biologischen und osteologischen Details.

Von
Leo Zehntner.

Hierzu Tafel XI.

Vorwort.

Vorliegende Arbeit wurde im Laufe des Sommers 1889 im zoologischen Institut zu Bern auf Anregung von Herrn Prof. Dr. Th. Studer ausgeführt, in der Absicht, die Besonderheiten im Skelet des *Alpenseglers* aufzuklären. Zugleich wollte ich die systematische Stellung der Cypseliden, welche selbst im neuesten, grossen Werk von Fürbringer (1) keine definitive Erledigung erfahren hat, erörtern. Da aber die letztere Frage reiches vergleichendes Material verlangt, wie es mir zur Zeit nicht zur Verfügung steht, so muss ich auf diesen Teil der Arbeit vorläufig verzichten. Ich gebe hier im wesentlichen die Entwicklung des Extremitätenskelets und soweit möglich diejenige des Schulter- und Beckengürtels. Da ich ferner Gelegenheit hatte, viele Beobachtungen in biologischer Hinsicht zu machen, so erlaube ich mir, auch diese mitzuteilen, in der Meinung, dadurch eine Lücke in der einschlägigen Literatur auszufüllen. In der Tat findet sich darüber nur wenig vor.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Th. Studer meinen innigsten Dank auszusprechen für die stete Anregung, das Wohlwollen und die Wegleitung, die er mir in hohem Maasse zu Teil werden liess. Auch den tit. Gemeindebehörden von Bern, sowie dem Kirchmeier am Münster, Herrn Notar Howald, bin ich zu Dank verpflichtet dafür, dass sie mir bereitwilligst den Zutritt zu den Niststellen (Münsterturm) des *Alpenseglers*, der sich ihres ganz besonderen Schutzes erfreut, gestattet haben.

Literatur.

Die Werke, welche in der vorliegenden Arbeit benützt und berücksichtigt wurden, sind in der Reihenfolge aufgezählt, in welcher sie citirt werden und bedeuten die hinter den Namen der Autoren gesetzten, eingeklammerten Zahlen im Text, jeweilen das Werk, das unter der gleichen Nummer im Verzeichniss aufgeführt ist.

1. Fürbringer: Morphologie und Systematik der Vögel. 1886—88.
2. Katalog der Schweiz. Vögel, bearbeitet im Auftrage des eidgen. Departements für Industrie und Landwirthschaft von Dr. Th. Studer und Dr. V. Fatio. Lieferung II.
3. Shufeldt: Contribution to the comparative Osteology of the Trochilidae, Caprimulgidae and Cypselidae. Proc. Zool. Soc. 1885, pag. 886 ff.
4. Lucas: The main divisions of the Swifts. Auk. 1889 pag. 8.
5. — The affinities of Chaetura. Auk 1886 pag. 444.
6. Parker und G. T. Bethany: Die Morphologie des Schädels. Uebersetzung von B. Vetter.
7. Kölliker: Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere.
8. Kölliker: Ueber die Beziehung der Chorda zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderer Fische. Verhandlungen der physikal. medicin. Gesellsch. zu Würzburg. Bd. X.
9. Foster und Balfour: Grundzüge der Entwicklungsgeschichte der Tiere. Uebersetzung von Kleinenberg. 1876.
10. Hertwig, O.: Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. 1888.
11. Gegenbaur: Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie d. Wirbeltiere. Heft I. Carpus und Tarsus. 1864.
12. Rosenberg: Ueber die Entwicklung des Extremitätenskelets bei einigen durch Reduction ihrer Gliedmassen etc. Zeitschr. wiss. Zool. Bd. 23. 1873.
13. Morse: On the Tarsus and Carpus of Birds. Annals Lyc. Nat. Hist. New-York 1874, pag. 141.
14. Studer: Embryonalentwicklung der Vögel. Forschungsreise S. M. S. Gazelle, Zoologie, pag. 119.
15. Parker: On the structure and development of the wing in the common fowl. Philos. Transaction 1888. B.

16. Tschan: Recherches sur l'extrémité antérieure des Oiseaux et des Reptiles. Dissertation. Genève, 1889.
17. Parker: On the morphology of Birds. Proceed. Royal Soc. 1887, pag. 52.
18. Parker: On the secondary Carpals, Metacarpals etc. Proceed. Royal Soc. 1888, pag. 323.
19. Lindsay: On the Avian Sternum. Proc. Zool. Soc. 1885.² pag. 684 ff.
20. Baur: Der Tarsus der Vögel und Dinosaurier. Inaugural-Dissertation. Morpholog. Jahrbuch. Bd. 9.
21. Gegenbaur: Vergleichend anatomische Studien zum Fuss skelet der Vögel. Archiv für Anat., Physiolog. u. wiss. Medicin. Jahrg. 1863.
22. Slater: On the Genera and Species of Cypselidae. Proc. Zool. Soc. 1865, pag. 593.

Des weitem wurden benützt:

23. Balfour: Handbuch der vergleichenden Embryologie. Uebersetzung v. Vetter. 1881.
24. Dames: Ueber Archaeopteryx. Palaeontologische Abhandlungen, herausgegeben von Dames und Kayser. Berlin. 1884.
25. Forbes: Report on the Tubinares, „Challenger.“
26. Gegenbaur: Grundzüge der Vergl. Anatomie.
27. Girtanner: Bericht der St. Gallischen Naturw. Gesellsch. 1867. pag. 101. Ebenda:
28. Fatio: Ueber *Anapera pallida* u. *A. maxima*. pag. 117.
29. His: Unsere Körperform. Briefe an einen befreundeten Naturforscher. 1874.
30. Huxley: Handbuch der Anat. der Wirbeltiere. Uebersetzung von Ratzel. 1873.
31. Milne-Edwards: Recherches anatomiques et palaeontologique pour servir à l'Histoire des oiseaux fossiles de la France. 1867—68.
32. Nitsch: Osteographische Beiträge zur Naturgeschichte der Vögel. Leipzig 1811, pag. 89.
33. Owen: Archaeopteryx lithographicus. Phil. Trans. 1863.
34. — Lectures on the comparative Anatomy and Physiology. 1846.
35. Selenka: Bronns Classen und Ordnungen des Tierreichs, Abtheilung Vögel.
36. Wagner: Vergl. Anatomie 1843.
37. Watson: Report on the Spheniscidae, „Challenger.“
38. Wiedersheim: Lehrbuch der vergl. Anatomie der Wirbeltiere.

I.

Biologisches über *Cypselus melba*.

Die biologischen Details über den Alpensegler sind in mancher Hinsicht von nicht geringen Interesse, und in Anbetracht des Umstandes, dass die bezüglichlichen Beobachtungen ziemlich spärlich sind wohl wert, veröffentlicht zu werden. [Siehe Girtanner: Bericht der St. gallischen naturw. Gesellschaft 1867, pag. 101. Ebenda: Fatio über *Anapera pallida*, welche auf *Cypselus* schmarotzt. Ich habe die Angaben Fatio's bestätigt gefunden.] Die vorliegenden Beobachtungen wurden im Laufe des Sommers 1889 auf dem Münsterturn in Bern gemacht, wo eine ziemlich starke Colonie von Alpenseglern nisten. (Ueber weitere Niststellen verweise ich auf den „Katalog schweiz. Vögel“ Lieferung II (2). Die Ankunft des Alpenseglers fällt auf Ende März oder Anfang April (im verflossenen Jahr kamen die ersten am 1. April) und zwar erschienen nach Angabe des Turmwartes Reinhard jun. zuerst nur wenige Exemplare, gleichsam Vorposten, welche die alte Heimat inspiciiren. Diese ziehen bald wieder ab, um in grösserer Gesellschaft nach einigen Tagen zurückzukehren. Niemals rückt die ganze Colonie auf ein Mal ein. Der anfängliche Schwarm wird hernach von Tag zu Tag stärker, indem sich immer neue Ankömmlinge den ersten hinzugesellen. Im letzten Jahre mag die Colonie aus 200 Stück bestanden haben, eine Zahl, die bis dahin noch nicht beobachtet worden ist.

Die Alpensegler kommen wohlgenährt aus dem Süden, was ihnen im Frühjahr sehr zu Statten kommt. Denn ihr Bedarf an Insecten ist gross, der Vorrat aber gering, namentlich, wenn im April kalte Witterung eintritt. Man trifft sie dann in dichten Haufen zusammengedrängt, hungernd auf bessere Witterung wartend. Oder, wenn sie von Hunger getrieben, sich hinauswagen, so umkreisen sie ganz gegen ihre Gewohnheit, lautlos den Turm. Jedes Frühjahr gehen einige Exemplare in Folge von Hunger und Kälte elendiglich zu Grunde. Wenn aber die Witterung günstig ist, dann ist der Turm ungemein belebt. Unermüdlich in ihrem Lärmen und gegenseitigen Zanken sowohl als in ihrem äusserst geschickten Flug durchsauen die Segler die Lüfte, wie kein anderer Vertreter der Vögel. Dabei halten sie eine ziemlich strenge Tagesordnung inne. Mit dem Morgengrauen verlassen sie ihre Ruheplätze, um der Nahrung nachzujagen, welche sie alle im Flug erhaschen. Der Flug dauert ohne Unterbruch bis Mittag an. Nach 12 Uhr sah ich selten fliegende Alpensegler. Die Mittagspause, die einzige Zeit, während welcher sie sich relativ ruhig verhalten, dauert bis 5 oder 6 Uhr, wo der Flug von neuem beginnt und bis zum Einbruch der Nacht anhält. An warmen Abenden sah ich noch um 9 Uhr fliegende Alpensegler. Die Nacht wird unter lautem, unermüdlichem Gezwitzcher, das den Anwohnern des Münster-

platzes oft recht unangenehm wird, zugebracht. *Cypselus apus* hält die Tagesordnung weniger streng inne.

Die Nester befinden sich, soweit der Platz reicht, auf der höchsten Stelle des Turmes, d. h. unter dem Dach, welches den noch nicht ausgebauten Turm abschliesst. Da sind sie auf die Mauer, auf vorragende Balken und Steine, auf die Gewölbe im Innern des Turmes, kurz, wo sich nur Gelegenheit bietet, gebaut. Wenige sah ich tiefer unten am Turm, in Mauerlöchern und sonstigen Schlupfwinkeln nisten, wo sich auch der bescheidenere Verwandte *Cypselus apus*, angesiedelt hat. Einige wenige, wahrscheinlich Vertriebene vom Turm, haben ihre Nester auf dem Estrich eines Hauses, mitten in der Stadt an belebter Strasse angelegt. Immer konnte ich beobachten, dass die Nester höher oder auf demselben Niveau mit der Abflugstelle liegen. Dies ist in Zusammenhang zu bringen mit den zum Gehen schlecht eingerichteten Füßen der Alpensegler. So gewandt sie sich in der Luft bewegen, so unbehilflich sind sie auf dem Boden, immerhin nicht in dem Maasse, wie gewöhnlich angegeben wird. Die kurzen Füße mit den starken, scharfen Krallen eignen sich ziemlich gut zum Klettern, bei welchem sie wie beim Gehen auf der Erde durch kräftige Flügelschläge auf den Boden nachhelfen. Dagegen sind sie ausser Stande, sich vom Boden zum Fluge zu erheben. Doch genügt ihnen schon eine Erhöhung ihres Standpunktes von 0,5—1 m, um in absteigendem Bogen vom Rande aus zum Fliegen überzugehen. An rauhen Mauern klettern sie ziemlich behende senkrecht empor, behauene Steine vermögen sie hingegen nicht zu erklettern.

Da der Alpensegler sich nie auf die Erde niederlässt, es sei denn in unfreiwilliger Weise, so ist er gezwungen, das Material zu seinem Nest in der Luft zu suchen, seine Federn allein ausgenommen. Fliegend erhascht er alles, was der Wind von der Erde in die Luft erhebt und zum Nestbau dienlich ist, und so finden wir denn alles mögliche: Strohhalme, Haare, Wolle und Baumwolle, Laub. Sehr häufig sind die Knospenschuppen der Buche verwendet; oft machen sie einen beträchtlichen Teil des Nestes aus. Ferner finden sich gelegentlich kleine Holzstäbchen, sodann Compositensamen in grosser Zahl, Moos, Papierschnitzel etc. etc. Endlich werden auch Federn verwendet, diese aber erst während der Brützeit und in ziemlich ungeordneter Weise zugefügt. Die Papierschnitzel rühren zum Teil vom Turmwart her, die dieser zur Zeit des Nestbaues gelegentlich fliegen lässt. Es ist dann recht ergötzlich, zuzusehen, wie die Papierschnitzel von den Alpenseglern mit erstaunlicher Sicherheit weggefangen und zu Neste getragen werden. Bei anhaltender Trockenheit improvisirt der Turmwart mit einer kleinen Giesskanne einen Regen und es ist allerliebste, wie die dürstenden Tiere die fallenden Tropfen weghaschen. — Alle die angeführten Bestandteile des Nestes sind miteinander verfilzt und verklebt durch eine Masse, die derjenigen sehr ähnlich sieht, aus welcher das Packpapier verfertigt wird. Diese Masse entsteht so, dass der Alpensegler kleinere Vegetabilien, die er in grosser Menge fängt, verschluckt oder wenigstens in den

Schlund befördert, wo sie gleich wie die Nahrung stark eingespeichelt werden. Die Segler zeichnen sich bekanntlich durch ihren gummiartigen Speichel aus; durch das innige Vermengen jener kleinen Vegetabilien mit dem Speichel entsteht eine breiartige, klebrige Masse, die nun zum Ueberziehen und Verkleben der grösseren Bestandteile des Nestes dient. Die Masse ist also Product einer Vorverdauung und wird als Bindemittel, wie Mörtel, verwendet. Leider konnte ich den Nestbau nicht genügend beobachten, da die Tiere zu dieser Zeit sehr scheu waren und ich nicht riskiren mochte, sie ganz zu vertreiben. In mehreren Fällen wurden nämlich Nester, die ich genauer beobachtete, nicht wieder besucht. Bei der geringsten Störung entfernten sich die Tiere und kamen selbst nach stundenlangem Warten nicht wieder oder nur sehr flüchtig zurück. Ich konnte daher auch nicht constatiren, dass die mehrerwähnte Masse ausgespitten werde, was doch, wenn meine Annahme von der Entstehungsweise richtig ist, geschehen müsste. Trotzdem glaube ich an die Richtigkeit meiner Annahme und ich werde darin durch den mikroskopischen Befund bestärkt.

Erst während der Brütezeit werden die Nester vollständig ausgebaut, namentlich der obere Rand. Ich sah mehrmals, wie die brütenden Alten am Nestrande arbeiteten, und das Resultat ist ein grossenteils durchsichtiger, oft 0,5 mm dicker Ueberzug von reinem Speichel. Auch grosse Bestandteile des Nestes, wie Papierfetzen, Lappen, Halme werden mit durchsichtiger Masse überzogen, wodurch das Nest ein sauberes Aussehen bekommt. In mehreren Fällen haben die Alpensegler Cadaver ihrer eigenen Cameraden in wenig pietätvoller Weise in den Nestbau miteinbezogen.

Die Nester, welche wenig Kunstsinn verraten, haben eine Breite von 12 cm und sind nur 3 cm tief. Schon wenige Tage nach dem Ausschlüpfen haben die Jungen nur kümmerlich Raum und schützen sich vor dem Hinausfallen dadurch, dass sie sich an das Nest anklammern, mit solcher Gewalt, dass ich einem 10 tägigen Jungen beim Herausnehmen eine Krallen von der Zehe riss. In der spätern Zeit verlassen sie oft das Nest und hocken zusammengekauert in dessen Nähe.

Um die Mitte Mai beginnt die Paarung. Die Begattung vollzieht sich namentlich im Laufe des Vormittages oder abends nach 6 Uhr, und ist von wüstem Lärm begleitet. Unaufhörliches Zanken, gegenseitiges Verfolgen, heilloses Geschrei ist die Signatur dieser Zeit. Die Begattung ist eine sehr ungestüme. Nicht selten verkrallen sich die Paare derart ineinander, dass sie oft während der Begattung plump auf die Gallerien oder bis auf die Dächer der herumliegenden Gebäude herabfallen, ohne den geringsten Schaden zu nehmen. — Anfangs Juni fand ich die ersten Eier, und zwar je eines in einem Nest. Nach einigen Tagen kommt ein zweites hinzu und damit ist das Gelege fertig. In wenigen Fällen werden drei Eier gelegt, die Regel sind zwei. Die Eier haben meist spitzovalen Umriss. Im Durch-

schnitt beträgt die grösste Länge 30,76 mm, die grösste Breite 19,55 mm. Die grösste Länge schwankt bei 37 gemessenen Eiern zwischen 27,5 und 33,5 mm, die grösste Breite zwischen 18,5 und 20,75 mm. — Bald nach der Eilage beginnt die Brütung. Sie ist keine sehr sorgfältige. Fast jeden Tag fand ich zerbrochene oder aus den Nestern geworfene Eier. Die Jungen schlüpfen nach 18 bis 21 Tagen aus, selten beide am gleichen Tag. Sie wachsen in Folge des reichlichen Futters rasch heran. Anfangs ganz nackt, mit verschlossenen Augenlidern, brechen nach 6 Tagen auf den Federfluren die ersten Dunen hervor. Diese sind von aschgrauer Farbe. Mit ca. 12 Tagen ist der ganze Körper damit bedeckt. Unter den Dunen, welche verhältnissmässig lange Spulen haben, bemerkt man schon die definitiven Federn, welche zuerst am Kopf, Schwanz und den Flügeln hervorbrechen. Der Kopf sieht in dieser Zeit, um welche sich die Augen öffnen, wie beschuppt aus. 14 tägige Junge haben beinahe die definitive Körpergrösse erreicht, und es handelt sich nun noch um die Ausbildung des Gefieders und der Flugfähigkeit überhaupt. Anfangs Juli ausgeschlüpfte Junge werden erst in der zweiten Hälfte des August flügge.

Die Zeit der Eilage schwankt zwischen sehr weiten Grenzen. Noch am 12. Juli fand ich frischgelegte Eier, als die Brut in andern Nestern schon bald flügge war. Dadurch erklären sich die Nachzügler, welche bis zur Zeit des Hauptzuges nicht flügge werden und von den Alten verlassen, zu Grunde gehen. Jedes Jahr bleiben einige Junge von allzustark verspäteten Bruten zurück. — Eine zweite Eilage habe ich in keinem Fall beobachtet.

Die Nahrung der Alpensegler besteht lediglich in Insecten, welche sie alle im Fluge fangen. Mehrmals wartete ich bei meinen Besuchen der Niststellen die Aetzung der Jungen ab. Bei schönem Wetter kamen die Alten, die sich bei meinem Erscheinen entfernt hatten, bald zurück, Schnabel und Schlund derart von Insecten vollgepfropft, dass deren Flügel oft noch zum Schnabel herausschauten, und die Kehle derart aufgetrieben war, dass die Federn sich sträubten. Den Jungen vom 10.—14. Tage an wurde der ganze Ballen, oft in der Grösse einer mittleren Baumnuß, auf ein Mal in den fürchterlich weit aufgesperrten Schnabel resp. Schlund entleert. Jüngere erhalten natürlich kleinere Portionen. — Es interessirte mich nun sehr, was wohl alles in solchen Ballen enthalten sein konnte und ich suchte mir welche zu verschaffen. Ich verfiel auf folgende einfache Methode: wenn die ätzenden Alten aus dem hellen Sonnenschein am Neste anfliegen, waren sie ein wenig geblendet und ich konnte sie ziemlich leicht fangen, wenn anders ich mich am richtigen Ort aufgestellt hatte. Sonst hatte ich das Nachsehen; denn die Tiere krabbeln sehr behende zu ihren Nestern und im Nu ist der Ballen im Rachen eines Jungen verschwunden. Hierbei kann man sich überzeugen, dass die Alpensegler ganz und gar nicht so ungeschickt sind, wie man glauben möchte. — War ich im Besitze eines Alten, das sich

den Schlund so recht vollgestopft hatte, so würgte es, wahrscheinlich wegen der Beängstigung, unter berechtigtem Geschrei den Ballen heraus. Dieser ist von einer zähflüssigen, gummiartigen Masse ganz umhüllt. Legt man ihn auseinander, so hat man eine förmliche kleine Insectensammlung vor sich. Nie fand ich etwas anderes als Insecten. Diese sind zum grossen Teil noch gut erhalten, ja lebendig, alles zappelt und krabbelt und sucht aus der unbequemen Lage zu kommen. Gewöhnlich sind aber die Flügel verklebt und die Beine in einander verstrickt. Die Zahl der Insecten in einem Ballen ist eine sehr grosse. Ich zählte in einem 156 Stück, darunter 25 Tabaniden und ebensoviele Syrphiden. In mehreren fand ich 80—100, in einem sogar 220 noch ziemlich gut erhaltene Exemplare, darunter *tabanus borinus* 30 Stück. In einem Falle traf ich neben einer grossen Zahl kleiner Insecten 7 Stück der *Fanessa curdii*, mehrmals bestand der ganze Ballen aus lauter fliegenden Ameisen einer und derselben Art. Soweit möglich, habe ich die Insecten generell bestimmt und folgende gefunden: *Tabaniden*, *Syrphiden*, *Muscülen*, verschied. *Mücken*, *Aphiden*, *Lepidopteren*, *Ichneumoniden*, *Libellen*, *Aculeaten*, *Coleopteren* etc. etc. Aus dieser Aufzählung geht hervor, dass sich die schädlichen und nützlichen Insecten ungefähr das Gleichgewicht halten und es ist keine Rede davon, dass der Alpensegler eine Auswahl trifft. Alles, was in seinen Bereich kommt, macht er zur Beute, er fliegt gleichsam mit seinem sehr breiten Schnabel über seine Beute weg, packt alles in seinen Schlund und speichelt es dort kräftig ein. Mit der Temperatur, Witterung, Jahres- und Tageszeit wechselt auch sein Futter. — Ich beobachtete einen Alpensegler, der eben geätzt hatte und sah ihn schon nach einer Viertelstunde wieder mit vollem Schlund zurückkehren. Nehmen wir an, ein Alpensegler befinde sich täglich nur 10 Stunden auf der Insectenjagd und kehre jede Stunde nur 2 Mal mit nur 100 Insecten zurück, so kommen wir pro Tag auf die Zahl 2 000. Wir haben es also mit einem ganz ansehnlichen Insectenvertilger zu thun.

Im September, wenn die Brut flügge geworden, unternehmen die Alpensegler grössere Flüge als bisher. Es dient dies wahrscheinlich als Vorübung auf die bevorstehende Reise nach Süden. Am frühen Morgen zieht die ganze Colonie vom Turme ab, um erst mit Einbruch der Nacht zurückzukehren. Es scheint, dass der Flug den ganzen Tag dauert. Diejenigen Jungen, welche den Flug noch nicht wagen, müssen hungern, wodurch sie schliesslich zum Fliegen gezwungen werden. In kurzer Zeit haben sie es zur Meisterschaft gebracht.

Ende September beginnt der Zug nach Süden. Tagtäglich wird die Colonie schwächer, bis endlich der letzte Schwarm abzieht. Dies geschieht in der Regel in der ersten Octoberwoche.

II.

Osteologisches über Cypselus melba.

Was das Osteologische über *Cypselus melba* betrifft, so kann ich mich sehr kurz fassen. Da ich in den folgenden Capiteln wesentlich über die Extremitäten handeln werde, so kommt es mir namentlich darauf an, das Extremitätenskelet zur Darstellung zu bringen. Da ferner in jüngster Zeit bei der Systematik der Cypseliden der Schädel mehrfach in Berücksichtigung gezogen worden (3, 4 u. 5), so will ich auf einige Einzelheiten des Schädels von *Cypselus melba* eingehen. Die untere Ansicht desselben stimmt in den Umrissen nahe mit der Abbildung überein, welche Lucas (4) von *Chaetura pelagica* gibt. In der Gegend des vordern Vomerendes ist der Schädel von *Cypselus melba* etwas schmaler. Der processus maxillopalatinus hat die für die Segler charakteristische hakenförmige Gestalt. Er geht über das vordere Ende des Palatinum hinweg, erreicht die vordere Ecke des Vomer, wendet sich alsdann nach hinten, indem er längs des äusseren Randes des Vomer verläuft. Er ist bei *Cypselus melba* länger, als ihn Lucas (4) bei *Antrostomus*, *Dendrochelidon* und *Chaetura* abbildet, und in eine feine Spitze ausgezogen. Das Vomer ist vorn abgestutzt und am Ende T-förmig verbreitert. Das hintere Ende ist wenig verbreitert, abgerundet und median gespalten, wodurch 2 lanzettliche Knochenlamellen entstehen. Eine jede dieser legt sich an das entsprechende Palatinum an, wodurch der Raum zwischen den Palatina gegen das Ethmoideum zu abgeschlossen wird. In der Ebene der Schädelbasis hingegen stehen die Palatina um 2 mm auseinander. Sie haben sehr complicirte Gestalt. Von unten gesehen bemerkt man zwei parallel nach vorn verlaufende Fortsätze, von denen der grössere, äussere sich der Maxilla von unten anlegt, der kleinere griffelförmige, innere vorn frei endet. Zwischen beiden Fortsätzen ist der proc. maxillopalat. sichtbar. Am hintern Ende verengern sich die Palatina plötzlich zu einem kurzen Fortsatz, der mit dem entsprechenden Pterygoideum in Verbindung steht. Das Rostrum Sphenoidei, welches über dem Vomer verläuft, tritt nur ganz wenig zwischen den Schenkeln des letzteren hervor, während es bei *Dendrochelidon* und *Chaetura* zum grössten Teil sichtbar ist. Das Ethmoideum, welches sich zwischen die Frontalia eindrängt, und bei jugendlichen Schädeln auf der Schädeloberfläche rautenförmig erscheint, ist mit den wulstigen, luftgefüllten Antorbitalplatten (Parker) versehen (6). Die Antorbitalplatten springen um 2 mm über den Rand der Frontalia hinaus. Die Pterygoidea treffen unter einem Winkel, der ca. 90° beträgt, beinahe zusammen und keilen sich mit einem spitzen, kleinen Fortsatz zwischen Palatinum, Vomer und Rostrum Sphenoidei ein. — Die grösste Länge des Schädels beträgt 40 mm, die Breite am distalen Ende der Quadrata 22 mm, der Abstand des Condylus von der Spitze der Praemaxilla 32 mm. Der Umriss des foramen magnum

ist birnförmig; die Spitze ist nach dem Occipitale superius gerichtet.

Das Sternum (Fig. 5 u. 6) hat länglich viereckige Gestalt. Der Hinterrand¹⁾ ist ganz, ohne Einbuchtungen und ein wenig convex; die seitlichen Ränder leicht geschweift. Von Fenstern im Körper des Sternum finde ich nichts. Die crista sterni ist sehr gut entwickelt. Bei einer Länge des Brustbeinkörpers von 35 mm ist die grösste Erhebung der Crista 15,5 mm (vom vordern, obern Rand der Gelenkfläche für das Coracoideum gemessen). Sie springt ziemlich stark nach vorn winklig vor. Ihr vorderer Rand ist concav und verdickt. Von der höchsten Spitze verläuft der untere Rand sehr wenig convex gegen den Hinterrand des Brustbeinkörpers zu. Auf der dem Bauche zugekehrten Fläche des letztern befinden sich zwei medial gelegene foramina pneumatica, das eine am vordern Ende, zur Pneumatisirung der Crista, namentlich deren vordern Randes; das andere, kleinere nahe am Hinterrand. Letzteres ist nur bei älteren Exemplaren deutlich zu sehen. Die Furcula ist breit, kräftig gebaut, von U-förmiger Gestalt (Fig. 7). Sie ist mit dem Coracoideum beweglich verbunden. An dieser Stelle beträgt ihre Breite 18 mm und die Verbindungslinie der Stellen, wo die Furcula die grösste Breite hat, steht nur 14,5 mm von ihrem medianen Vereinigungspunkt ab. Das Coracoideum (Fig. 8) ist ein mässig langer, starker Knochen, mit kleinem processus procoracoideus, der an der Basis von einer kleinen Oeffnung durchbohrt ist. Die Länge des Coracoids beträgt 17,5 mm, also gerade die Hälfte derjenigen des Sternum. Der Humerus hat ganz bizarre Gestalt. Vor allem zeichnet er sich durch seine relativ geringe Länge aus, überhaupt durch seinen gedrungenen, kräftigen Bau. Seine Länge beträgt nur 16,5 mm. Das proximale Drittel des Humerus ist stark verbreitert und die Verbreiterung wird noch erhöht durch die Anwesenheit von starken Fortsätzen, welche zum Ansatz der kräftigen Flugmuskulatur dienen (Fig. 9). Auf der innern Seite liegt der processus medialis mit der fossa pneumoanconaea, auf der äussern der proc. lateralis als Ansatzstelle für den musc. pectoralis, welcher eine bedeutende Entwicklung erlangt. Der proc. med. gewährt den Mm. scapulo-humeralis post. und anconaeus humeralis Ansatzstelle. Das distale Ende des Humerus wird zu $\frac{2}{3}$ von der Ulna, zu $\frac{1}{3}$ vom Radius in Anspruch genommen. Beide Condylen sind auf der dorsalen (anconalen) Seite durch eine tiefe Grube voneinander getrennt, auf der ventralen springen sie wulstig vor. Der Epicondylus medialis s. ulnaris ist in Gestalt von 2 warzenartigen Erhebungen präsentirt, der Epicondylus lateralis s.

¹⁾ Bei der Beschreibung des Sternum denke ich mir dasselbe so gestellt, dass der Brustbeinkörper horizontal liegt. Die crista sterni springt alsdann nach vorn und unten vor, hat also einen vordern und einen untern Rand. Am Brustbeinkörper unterscheide ich ausser den Seitenrändern einen Vorder- und Hinterrand.

radialis ist als proc. supracondyloideus lateralis beinahe in die Mitte der lateralen Seite des Humerus gerückt und wohl entwickelt. Er steht mit dem m. extensor Metacarpi radialis in Beziehung. — Der kurze, kräftige Humerus und die sehr stark entwickelte Flugmuskulatur scheinen hauptsächlich die schnellen Flugbewegungen zu ermöglichen, welche den Seglern eigentümlich sind. Ähnliche Verhältnisse bestehen bei den Trochiliden. — Die Pneumaticität des Humerus erreicht einen hohen Grad; das foramen pneumaticum ist bei jugendlichen Skeleten sehr gross, bei alten wird es durch kleine Knochenstäbchen vergittert. Die Ulna ist ein kräftiger, gerader, im Querschnitt stumpf-dreieckiger Knochen von 26 mm Länge, incl. Olecranon. Der Radius ist viel schlanker und nur 23,5 mm lang. Zwischen Humerus und Ulna liegen zwei kleine Sesambeine, zu beiden Seiten des Olecranon. Das laterale ist das grössere und gehört der Endsehne des m. anconaeus scapularis an, während das mediale in der Endsehne des m. ancon. humeralis liegt. Ich finde diese Sesambeine auch in einer Abbildung des Flügel skelets von *Trochilus Alexandri*, welche Shufeldt gibt (3). Dagegen finde ich im Carpus neben Radiale und Ulnare keine Sesambeinbildungen, wie sie Shufeldt für *Troch. alexandri* in der Zweizahl angibt. Im weitem verweise ich auf Fig. 9. — Die Länge der Hand vom Metacarpale II an beträgt 55 mm, ist also grösser als die des Armes. Ich werde auf dieses anormale Verhalten später näher eintreten und sein Zustandekommen verfolgen.

Das Becken ist verhältnissmässig schwach gebaut. Es verschmilzt mit elf Wirbeln, von denen die zwei vordersten noch Rippen tragen. Die ossa Ilei stossen direct an die Querfortsätze der Wirbel und verschmelzen ziemlich spät mit ihnen. Ilium und Ischium verwachsen distal mit einander, das grosse foramen ischiadicum zwischen sich lassend. Die hintere, gemeinsame Grenze ist fast geradlinig. Pubis und Ischium verschmelzen an zwei Stellen miteinander (foramen obturatorium und for. ovale). Das erstere überragt letzteres nach hinten um 9 mm. Die beiden Pubis stehen an der breitesten Stelle des Beckens um 30 mm auseinander, um sich an ihren hintersten Enden bis auf 18 mm zu nähern. — Der Femur hat einen ziemlich gerundeten, ganz ansitzenden Gelenkkopf und einen abgeflachten Trochanter, der proximalwärts nicht über den Gelenkkopf hinauspringt, so dass das obere Ende des Femur in fast rechtem Winkel zur Längsaxe wie abgeschnitten erscheint. Der rundliche Schaft ist etwas nach aussen gebogen. Die Länge des Femur beträgt 23,5 mm. Eine patella genu ist in guter Ausbildung vorhanden. Der Tibiotarsus ist ein schlanker Knochen von 31 mm Länge. Die proximale Endfläche ist derart verbreitert, dass sie fast quadratischen Umriss hat. Die Gelenkfläche neigt in ihrer Hauptrichtung von innen nach aussen. Von cristae tibiae ist nichts zu bemerken. Der Schaft der Tibia ist gerade, rundlich; am untern Ende findet sich die Knochenbrücke für die Sehnen der Zehenstrecker.

Die zwei Condylen am distalen Ende stehen schief (nach innen) zur Längsaxe der Tibia, ein Verhalten, das beim jugendlichen Skelet noch nicht deutlich ausgeprägt ist. Die Fibula ist sehr klein, aber wohl verknöchert. Ihre Länge beträgt nur 8 mm. Der Tarsometatarsus ist nur 13,5 mm lang. Er wird beinahe horizontal getragen und dient zum Sitzen, was sich darin ausdrückt, dass die Haut am proximalen Ende der hintern Fläche des Tarsometatarsus eine feste Sitzschwiele bildet. Die hintere Fläche des Tarsometatarsus ist von einer breiten, longitudinalen Furche durchzogen, die durch eine starke innere und äussere Knochenleiste noch verstärkt ist. Diese Knochenleisten sind namentlich an den Enden des Tarsometatarsus entwickelt und gehören den Condylen des Metatarsale II und IV, sowie der distalen Tarsalreihe an. Sie haben den Zweck, die Scheide, welche die Sehnen der Zehenbeuger zusammenhält, zu verstärken. Bei den gewaltigen Kraftäusserungen der Zehen beim Klettern ist diese Verstärkung unbedingt nötig, um die Sehnen sicher in der Richtung der Zehen zu halten, wodurch allein eine zum Klettern günstige Bewegung der Zehen erzielt wird. Auch die vordere Fläche des Tarsometatarsus ist von einer Längsfurche durchzogen, die am distalen Ende zwischen den zwei äusseren Condylen endigt. Sie wird proximal durch die distale Tarsalreihe, distal durch die Condylen abgeschlossen, während die Furche auf der hintern Fläche über den ganzen Tarsometatarsus verläuft. Bei jugendlichen Skeleten kann man am proximalen Ende desselben noch eine Strecke weit die Grenze zwischen den verschmolzenen Metatarsen verfolgen; zwischen dem III u. IV. verharrt noch lange eine ansehnliche Durchbohrung, weniger lang eine solche am distalen Ende. Die erste Durchbohrung ist selbst am alten Metatarsus, allerdings nur mit Hilfe der Lupe, wahrzunehmen. Zwischen dem II. u. III. Metatarsale sind eine Zeit lang an beiden Enden seichte längliche Vertiefungen zu sehen. Die drei Condylen sind ziemlich gut isolirt; namentlich zwischen den zwei innern existirt lange Zeit ein tiefer, schmaler Einschnitt. Der innerste Condylus reicht am weitesten hinab, der äusserste am wenigsten weit. Die Phalangenzahl beträgt zwei in der ersten und je drei in den übrigen Zehen. In einem spätern Abschnitt werde ich das Zustandekommen der abnormen Phalangenzahl des eingehendsten behandeln. Die erste Phalange der drei äussern Zehen ist cubisch, sehr kurz, die erste der ersten Zehe, sowie die zweite der drei andern sind schlank, etwas nach unten gebogen und messen: die der I. und II. Zehe je 9 mm, die der III. 8 und die der IV. 7,5 mm.

III.

Die Entwicklung der Leibesformen im Allgemeinen.

Vorbemerkung. Die jüngsten Entwicklungsstadien, welche ich beobachten konnte, sind vom 2. – 3. Brüttag. Im ganzen war ich ausser Stande, das Alter der Embryonen sicher festzustellen, wegen der Unmöglichkeit, den Anfang der Bebrütung fixiren zu können

und wegen der teilweise unregelmässigen Bebrütung selbst. Bis auf einen gewissen Grad konnte ich mir dadurch helfen, dass ich frisch gelegte Eier wegnahm und in Nester unterlegte, wo das Brutgeschäft schon begonnen hatte. Auf diese Weise erhielt ich einige frühe Stadien, deren Alter ziemlich sicher war, wenngleich auch damit noch keine absolute Sicherheit erreicht ist; denn die Eier sind bei ihrer Ablage schon sehr verschieden weit vorgeschritten. Nie traf ich in einem und demselben Gelege die gleichen Entwicklungsstadien an. Bald wurde schon gebrütet, wenn erst ein Ei gelegt war und nachher wurde noch ein zweites, gelegentlich sogar noch ein drittes hinzugelegt, bald blieb das Gelege mehrere Tage unbebrütet. So kam es, dass ich viel weniger passendes Material erhielt, als ich erwartet hatte. Dazu kam noch der Umstand, dass ich am Anfang der Brütung nur wenige Nester beobachtete, aus Furcht, die Tiere bei allzu öfteren und eindringlichen Besuchen ganz zu verschrecken. Auch erhielt ich erst am 15. Juni die definitive Erlaubniss zum Zutritt zu den Brütstellen, als schon, wie sich nachher herausstellte, in der Mehrzahl der Nester die Brütung begonnen hatte. Nichtsdestoweniger ist es mir gelungen, eine Serie von Entwicklungsstadien herzustellen. Wenn ich im Nachstehenden von Embryonen von einem gewissen Alter spreche, so ist dasselbe immer nur als ein approximatives anzusehen.

Die Embryonen wurden zum Teil in Chromsäure, zum Teil in Pikrinsäure fixirt, in Alcohol gehärtet, später mit Boraxcarmin oder Alaunpurpurin in toto gefärbt und weiter verarbeitet. Die jüngern Stadien wurden sofort gezeichnet. Die Extremitäten, welche ich einer genaueren Untersuchung unterzog, wurden vom Körper abgetrennt, die jüngern Stadien unverändert montirt, die ältern wegen ihrer bedeutenderen Dicke der Musculatur entledigt und dann ebenfalls in toto montirt. Die Färbung mit Alaunpurpurin ist bei dicken Objecten besser als die mit Boraxcarmin, weil viel klarer, durchsichtiger. Ich konnte an den in toto montirten Extremitäten schon sehr viel erkennen und fertigte nur da Schnittserien an, wo es mir auf feinere Structurverhältnisse ankam. Die Objecte bettete ich nach der Chloroformparaffinmethode ein und goss sie auf würfelförmig zugeschnittene Korkblöcke, welche sich für kleine Objecte sehr gut zum Einspannen in das Mikrotom eignen. Die Schnitte wurden mit Colodium-Nelkenöl auf die Objectträger geklebt, das Paraffin mit Benzol ausgewaschen und nachher die Schnitte gefärbt, wenn das Object nicht schon dieser Operation unterzogen war.

Ueber die Entwicklung der allgemeinen Körperform will ich mich nicht weit verbreiten, da sie sich in der Hauptsache unter den gleichen Erscheinungen vollzieht, wie beim Hühnchen. Bei einem Embryo von ca. 60 Stunden (Fig. 1) bemerke ich deutlich drei Visceralbogen, die erste Anlage des Ohres, das ziemlich grosse Herz mit bulbus, Kammer und Vorkammer und drei Gehirnbräuen. Der Schwanzteil ist sehr undeutlich. Im Auge bemerkt man bei günstiger Beleuchtung die gestielte Linse, allein nur so lange der

Embryo durchsichtig ist. Die ersten Anlagen der Extremitäten treten als lappenförmige Gebilde am dritten Brüttag auf (Fig. 2). Sie setzen weit dorsal gerückt mit breiter Basis an und liegen wegen des Vorherrschens des Kopfes scheinbar weit hinten am Körper. Der lange Schwanz legt sich spiralig um das distale Ende der hintern Extremität. Der Kopf ist stark auf die Bauchseite gekrümmt und berührt den Schwanz beinahe. Zwischen beiden tritt der Stiel der birnförmigen Allantois hervor. Am Kopfe sind 5 Gehirnblasen zu erkennen. Bei einem ca. 3tägigen Embryo von 6,5 mm Nackensteisslänge pulsirte das Herz in verdünnter Chromsäure noch mindestens eine halbe Stunde lebhaft fort. Diese Lebensfähigkeit macht es uns erklärlich, dass das Brütgeschäft selbst bei jungen Stadien für längere Zeit kann unterbrochen werden, ohne dass der Embryo Schaden nimmt. Daher auch die Unregelmässigkeiten in der Bebrütung. —

In frischem Zustand oder nach dem Färben sind bei 3tägigen Embryonen die Ursegmente oder Somiten, durch welche die Chorda hindurch schimmert, sehr deutlich zu erkennen (Fig. 2). Ihre Zahl ist grösser als diejenige der Wirbel. Ich zähle an einem 3—4tägigen Embryo 44 Somiten, wovon auf den Hals, d. h. vor die vordere Extremität 12, auf die breite Basis der vorderen Extremität 6, zwischen die Extremitäten 7, auf die hintere Extremität 6 und auf den Schwanz 13 entfallen, in Summa 44. — Die Zahl der Wirbel beträgt nur 37. — Schon beim 4—5tägigen Embryo (Fig. 3) sind die Somiten unmittelbar hinter dem Kopfe sehr undeutlich und es scheint mir, dass einige im Schädel aufgehen. Nach den Untersuchungen von Kölliker (7, 8), Foster-Balfour (9), Gegenbaur (nach Foster-Balfour citirt), Hertwig (10) u. A. wird ein Teil der Somiten zur Grundlage der Wirbel. Diese skeletogene Partie der Somiten bildet zunächst eine einheitliche Umhüllung der Chorda und des Nervenrohrs, welche alsdann eine Neugliederung erleidet. Die Segmente der Neugliederung werden zu den definitiven Wirbeln. Bei *Cypselus melba* nun werden 42 Wirbelelemente angelegt, 5 mehr als wir bei der erwachsenen Wirbelsäule finden. Es tritt also im Laufe der Entwicklung eine Reduction der Wirbel um fünf ein und nun fragt es sich, wohin diese fünf Wirbel kommen. Längsschnitte durch die Wirbelsäule und noch besser die Dorsalansicht der Sacral- und Caudalwirbelsäule eines 10—12tägigen Embryo geben den nötigen Aufschluss. In der Sacralregion sind die Verhältnisse des fertigen Skeletes nahezu erreicht. Ich finde das Ilium schon mit elf Wirbeln in loser Verbindung. Die zwei vordersten tragen Rippen, gehören also zur Brustwirbelsäule. Der hinterste der elf Wirbel steht nur ganz wenig mit dem Ilium in Verbindung; er wird erst später, d. h. erst im postembryonalen Leben ganz in das Sacrum einbezogen. Hinter dem Sacrum liegen noch 13 freie Wirbelelemente, welche alle dem Schwanz angehören; denn im Sacrum haben wir die volle Zahl der Elemente constatirt. Da wir nun beim fertigen Skelet 7 freie Schwanzwirbel und das Pygostyl haben, so müssen in dem letztern 6 Wirbel

enthalten sein. Im Schwanz eines ca. 14tägigen Embryos sind nur noch 10 freie Wirbelelemente vorhanden. Das hinterste ist zapfenförmig und wird von der Chorda überragt (Schwanzfaden). Vor ihm befinden sich zwei kleine, plattgedrückte Wirbel, die dem letzten eng anliegen. Diese zwei verschmelzen erst postembryonal vollständig. An jugendlichen Pygostylen kann man sie, wenigstens den vordern, noch ziemlich lange erkennen.

Es ist nicht ganz ohne Bedeutung, dass selbst bei einem schon früh differencirten Typus, wie ihn die *Cypseliden* darstellen, eine verhältnissmässig grosse Zahl von Schwanzwirbeln constatirt werden kann. Ein jeder solcher Befund trägt dazu bei, uns den langen Schwanz der *Archaeopteryx* verständlicher zu machen.

Kann ich beim Embryo von ca. 60 Stunden nur drei Visceralbogen beobachten, so sind es beim 3—4tägigen vier; den 5. sah ich nie deutlich. Dagegen lässt der erste schon die Anfänge des Oberkieferfortsatzes erkennen. Am fünften Brüttag sind alle Bogen bis auf zwei geschwunden; der Oberkieferfortsatz ist schon gut entwickelt. In eigentümlicher Weise ist aber die Basis des zweiten oberflächlich noch sichtbaren Bogens weit von derjenigen des Unterkiefers abgerückt (Fig. 3), so dass ich vermute, wir hätten es mit dem ersten Kiemenbogen zu tun und der Hyoidbogen sei oberflächlich verschwunden, internirt worden. Es stimmt dies mit der Tatsache überein, dass schon beim 3tägigen, und in viel höherem Maasse beim 4tägigen Embryo der erste Kiemenbogen über den Hyoidbogen vorherrscht. Auch spricht für meine Vermutung der Umstand, dass vom Hyoidbogen nach Parker (6) nur noch das Basihyale erhalten bleibt, welches der Zunge und dem ersten Kiemenbogen Stütze gewährt. Eben diese letztere Function und die weitgehende Reduction (bis auf das median gelegene Stück) erklären zur Genüge das frühe, oberflächliche Verschwinden. Dagegen ist der erste Kiemenbogen wohl entwickelt. Von ihm gelangen das Bas-, Kerato- und Epi-branchiale zur Ausbildung. Vom zweiten Kiemenbogen, welcher zu gleicher Zeit wie der Hyoidbogen verschwindet, persistirt noch das Basibranchiale, wenn anders der zwischen den Keratobranchialia des ersten Kiemenbogens nach hinten vorspringende, stabförmige Fortsatz als solches gedeutet werden darf. — Mit aller Deutlichkeit ist am 5. Brüttag zu erkennen, dass Ober- und Unterkiefer aus gemeinsamer Wurzel entspringen. Beide Fortsätze wachsen nun ziemlich rasch gegen die Medianlinie und suchen sich mit dem von der andern Seite zu vereinigen. Am 6. Brüttag ist dies soweit gediehen, dass die Oberkieferfortsätze an den breiten Stirnmasenfortsatz von beiden Seiten anstossen, während die Unterkiefer bereits im Begriffe stehen, mit einander zu verschmelzen. Schon am 7. bis 8. Tage ist der Embryo soweit entwickelt, dass man ihn nunmehr nur noch als Vogel ansehen kann. Die Schnabelbildung geht rasch vor sich und auch die vordere Extremität nimmt rasch die Form des Flügels an, während sie am 5. und 6. Tag der hintern noch ziemlich ähnlich

sieht. Kurz, in dieser Zeit erhält der Embryo die Merkmale des Vogels. Zwischen dem 8. und 10. Tag treten die ersten Federkeime auf und zwar zunächst auf den Federfluren, wo sie als kegelförmige Wärzchen der Haut sich anzeigen, am deutlichsten und in der Zahl wie beim definitiven Gefieder am Schwanz und auf der oberen Seite der Flügel (Fig. 4). Zum Durchbruch kommt es aber nicht; die Jungen schlüpfen ganz nackt aus.

Die Extremitäten haben in ihren ersten Anlagen am 3. Tag die gleiche Form und Grösse. Schon mit dem 4. Tag werden sie etwas schlanker, die vordere wenig länger als die hintere. Am 5. Tag sind sie an der Ansatzstelle deutlicher begrenzt und am schmalsten, distal ziemlich verbreitert (Fig. 3). Auch macht sich eine leichte Krümmung, dem Knie, resp. Ellenbogen entsprechend, bemerkbar. In dieser Zeit bemerkt man auch die ersten Anlagen des Axenskeletes, worauf ich später zu sprechen komme. Am 6. Tage erhalten die verbreiterten Enden, welche in beiden Extremitäten wenig differiren, an ihrem äussersten Rande seichte Einbuchtungen: die ersten Anlagen der Finger und Zehen. Diese Einbuchtungen werden tiefer und tiefer, bis wir am Fuss vier wohlentwickelte Zehen haben. Dies ist mit dem 10. Brüttag erreicht. Im Flügel ist die äusserliche Ausbildung der Finger weniger deutlich, aber nicht zu verkennen. Vom 7. Tage an ist sowohl der Daumen als der dritte Finger durch eine kleine Einbuchtung vom zweiten abgehend. Nach dem 10. Brüttag schwindet die Einbuchtung beim dritten Finger, diejenige beim Daumen erhält sich noch lange, nachdem das Junge das Ei verlassen hat. — Ueber die postembryonale Entwicklung wurde schon im biologischen Teil gesprochen. Es bleibt noch nachzutragen, dass die Dunen aus einer sehr langen Spule bestehen, aus welcher 30—40 gleichwertige, gefiederte Strahlen pinselförmig hervorgehen. Die Dunen sind in Quincunxstellung ziemlich dicht über den ganzen Körper verteilt. — Gegen das Ende der Brützeit bildet sich auf der Spitze des Oberschnabels ein kleines, hartes Knötchen, welches zum Durchbrechen der Schale dient und bald nach dem Ausschlüpfen abgeworfen wird.

IV.

Entwicklung der Extremitäten im Besonderen.

Ueber die Entwicklung der äusseren Form der Extremitäten habe ich bereits im vorhergehenden Capitel gehandelt und kann ich mich nunmehr darauf beschränken, die Entwicklung des Extremitätenskeletes zu besprechen.

a. Vordere Extremität: Die ersten Anlagen des Skeletes treten am 5. Brüttag auf; allein schon am vierten kann man in der Flügelanlage kleine Streifen dichteren Gewebes, sogenannte Blastemstreifen wahrnehmen, welches die Vorläufer des Skeletes sind. Am

Ende des 5. Tages sind die Hauptabschnitte desselben deutlich zu erkennen (Fig. 10). Von dem primitiven Schultergürtel aus, welcher eine fast gerade, von vorn nach hinten verlaufende Knorpelspanne ist, geht ein einfacher Knorpelstreifen, welcher dem Humerus entspricht. Er ist weder an seinem proximalen, noch an seinem distalen Ende deutlich abgegrenzt; doch kann man sich von der beginnenden Isolirung überzeugen. An das distale Ende stossen zwei unter sich gleich starke, gegenüber dem Humerus schwächere und kürzere Streifen, die in der Mitte ein wenig auseinanderweichen und distal in einer breiten, einheitlichen Knorpelmasse aufgehen. Diese zwei Knorpelstreifen entsprechen dem Radius und der Ulna. Ihre Abgliederung vom Humerus ist angedeutet. Die breite Knorpelmasse entspricht selbstredend dem Carpus. Von ihr gehen die ersten Anfänge der Metacarpen in der Zahl von drei, divergirend, aus. Fig. 10., welche aus drei Schnitten combinirt ist, gibt ein Bild vom Skelet am 5. Tage, ein Bild, das von demjenigen, welches Gegenbaur (11.) vom Fusse gibt, nicht abweicht, von der Krümmung im Ellenbogen abgesehen. Beim 6—7 tägigen Flügel sind die Skeletstücke schon gut differencirt (Fig. 13 bis 22). Die Ulna herrscht stark über den Radius vor, ist auch etwas länger als dieser, welcher sich ein wenig von der Ulna wegbiegt. In der breiten, dem Carpus entsprechenden Knorpelplatte des Flügels vom 5. Tage haben sich eine ganze Anzahl von Knorpelkernen isolirt, bedeutend mehr als sich im definitiven Flügel vorfinden. Die drei Metacarpalia sind vollständig frei, unverwachsen und tragen, wenigstens das I. u. II. je eine Phalange. Es wird nun am Platze sein, die einzelnen Flügelabschnitte gesondert zu besprechen und in ihrer Weiterentwicklung zu verfolgen.

Bei der Beschreibung des Skeletes habe ich den auffallend kurzen, gedrungenen Humerus erwähnt, wie er nur noch bei den Trochiliden vorkommt. Um zu erfahren, ob dieses Verhalten von Anfang an bestehe oder nicht und wie sich die verschiedenen Flügelabschnitte im Laufe der Entwicklung bezüglich ihres Wachstumes verhalten, habe ich bei einer ganzen Reihe von Entwicklungsstadien die nötigen Messungen vorgenommen und das Verhältniss zwischen Oberarm, Unterarm und Hand berechnet, indem ich die Länge des Humerus = 1 setze. Als Länge des Unterarmes nehme ich diejenige des Radius und messe die Hand vom Radiale an, letzteres eingeschlossen. Ich glaube auf diese Weise am richtigsten die Länge der Hand zu erhalten, da das Radiale in der directen Verlängerung des zweiten, d. h. des längsten Fingers liegt — wenigstens bei den meisten Embryonalstadien — und dieses wiederum unmittelbar an den Radius anstösst (Fig. 12). Geht man bei der Messung über die Ulna, und misst die Hand vom Ulnare an, so wird das Radiale nicht gemessen, weil die Ulna tiefer hinunterreicht als der Radius. Misst man aber die Hand vom Radiale an, so wird die Strecke, um welche die Ulna tiefer reicht als der Radius, doppelt gemessen. Durch diese Auseinandersetzung glaube ich es genug gerechtfertigt zu haben,

als Länge des Unterarmes diejenige des Radius zu nehmen, obwohl dieser der unbedeutendere Skeletteil ist. Bei den jüngsten Stadien, wo das Skelet distal noch nicht distinct ist, mass ich die Hand bis zum äussersten Rande des Flügels. Zur bessern Uebersicht stelle ich die gefundenen Verhältnisse zwischen Humerus, Radius u. Manus in der folgenden kleinen Tabelle zusammen.

Länge des Humerus in mm.	Alter der verschiedenen Entwicklungsstadien.	Verhältniss von Humerus : Radius : Manus.
0,86	ca. 5 tägiger Embryo	1 : 0,69 : 1,29
1,41	„ 8 „ „	1 : 0,86 : 1,71
1,98	„ 10 „ „	1 : 1,12 : 2,31
2,17	„ 12 „ „	1 : 1,12 : 2,32
2,80	„ 14 „ „	1 : 1,12 : 2,30
3,18	„ 16 „ „	1 : 1,12 : 2,36
3,32	„ 18 „ „	1 : 1,16 : 2,35
3,60	Eben ausgeschlüpfes Junges	1 : 1,27 : 2,43
8,40	6—8 Tage nach dem Ausschlüpfen	1 : 1,37 : 2,62
11,0	2 Wochen altes Junges	1 : 1,36 : 2,72
13,5	3 „ „ „	1 : 1,42 : 3,10
16,0	4 „ „ „	1 : 1,38 : 3,31
16,5	Erwachsen	1 : 1,44 : 3,50

Aus dieser Tabelle geht zur Evidenz hervor, dass das im erwachsenen Zustand vorhandene Verhältniss keineswegs zum vorherein besteht, sondern Resultat secundärer Anpassung ist. Im Gegensatz zum erwachsenen Flügel ist bei den zwei jüngsten Stadien erstens der Humerus länger als der Radius, zweitens der Arm länger als die Hand. Dies dauert jedoch nur ganz kurze Zeit. Wie uns die Tabelle weiter sagt, hat schon beim 10tägigen Embryo das Verhältniss umgeschlagen: Der Radius überwiegt den Humerus und die Hand den Arm; zwar noch unbedeutend, aber entschieden. Vom 10. Brüttag an bleibt das Verhältniss bis zum Ausschlüpfen beinahe constant, von ganz geringen Schwankungen in der Hand abgesehen. Das heisst nichts anderes, als dass während der Brützeit vom 10. Tage an alle drei Hauptabschnitte des Flügels ungefähr gleich stark wachsen. In dieser Zeit nimmt hingegen der Humerus eine Gestalt an, welche der definitiven schon ziemlich ähnlich sieht. Mit 14 Brüttagen ist er schon ziemlich dick, gedungen, die Fortsätze am verbreiterten proximalen Ende noch wenig entwickelt (Fig. 11). Mit 16 Tagen sind sie dagegen gut bemerkbar und auch die Condylen am distalen Ende beginnen sich anzubilden (Fig. 12). Nach dem Ausschlüpfen wächst der Unterarm, und in viel höherem Maasse die Hand sehr rasch, so dass das bisherige Verhältniss stark

ändert, bis schliesslich die Hand um $\frac{1}{3}$ länger ist als der Arm. Der junge Cypselus wird also in Bezug auf seinen Flügel erst nach dem Ausschlüpfen cypseloid; während der Brutzeit verhält er sich wie die meisten Passeres. Cypselus geht gewissermassen über den Durchschnittsvogel hinaus.

Gehen wir nun zum Carpus über. Die alte Ansicht (welche auch Gegenbaur vertrat) (11), nach welcher im Vogelcarpus nur Elemente der ersten Reihe angelegt werden sollen, ist schon längst corrigirt durch die Untersuchungen Rosenbergs (12), welcher in der distalen Reihe 2 Knorpel angibt, die den Carpalia 1 bis 4 entsprechen. Diese Carpalia verschmelzen mit den Metacarpen in ähnlicher Weise, wie die distale Tarsalreihe mit den Metatarsen des Vogelfusses. Des ferneren gibt Rosenberg die transitorische Existenz des Metacarpale IV an. Seine Untersuchungen beziehen sich auf das Hühnchen. Morse (13) bildet in seiner Fig. 44 Carpus und Hand von *Dendroeca aestira* ab und hält den einen Knochen der proximalen Carpalreihe für das Radiale, den andern, über dem Radiale gelegenen für das Intermedium, während er das Ulnare als mit der Ulna verschmolzen annimmt. Dasselbe Verhalten gibt Morse für *Cotyle riparia* und *Turdus fuscescens* an. Er steht mit seiner Angabe eines freien Intermedium im Vogelcarpus bis heute allein. Auch hat sich die Annahme einer Verschmelzung des Ulnare mit der Ulna noch nicht bestätigt. In der distalen Reihe gibt Morse ein Carpale 3 und C₄ an, den beiden ulnaren Fingern entsprechend, welche er mit Owen, Cones und Wymann als den III. und IV. betrachtet. Der radiale Finger wäre demnach der zweite. Studer (14) gibt für *Eudypptes Chrysocome* in der proximalen Reihe ein Radiale und ein Ulnare an. In der distalen befinden sich zwei Stücke, von welchen das innere dem C₁₊₂ entspricht. Den Fortsatz, welchen dieses Stück zwischen Ulnare und Radiale sendet, hält Studer für das Aequivalent des Intermedium. Das äussere Stück ist Carpale 3 + 4. In neuester Zeit hat sich auch Parker (15) eingehend mit der Vogelhand beschäftigt und namentlich das Hühnchen berücksichtigt. Er fasst die Knochen der proximalen Reihe als Intermedio-Radiale und Centralo-Ulnare auf, während Gegenbaur (11) und mit ihm Rosenberg (12) ein Intermedio-Ulnare und ein Radiale annehmen. Ueber das Centrale sprechen sich die beiden letztgenannten Autoren nicht bestimmt aus. Parker weicht nun von allen genannten Forschern noch darin ab, dass er in der distalen Reihe drei gesonderte Carpuselemente für das Hühnchen angibt, den Carpalia 1, 2 und 3 entsprechend. Im Weiteren hat Parker zwei Knorpelrudimente im Metacarpus gefunden. Das eine, mit m c 2' bezeichnet, liegt zwischen M c II und III, das andere (m c 3') am ulnaren Rand des M c III. Näheres hierüber siehe pag. 27.

Was nun das Verhalten bei *Cypselus melba* betrifft, so stimmt mein Befund mit keinem der erwähnten gänzlich überein. Im Carpus eines Flügels vom ca. 7. Brüttag (Fig. 13—22) haben sich

die Carpuselemente eben aus der gemeinschaftlichen Knorpelmasse, welche am 5. Tage dem Carpus entspricht, herausgebildet. Ich kann mit Sicherheit 5 wohl isolirte Knorpelkerne erkennen. Unter dem Radius liegt ein ziemlich grosser, im ganzen viereckiger Knorpel, welcher einen ziemlich langen und bedeutenden Fortsatz von der untern Ecke aus bis in die Mitte des Carpus aussendet. Auf mehreren Schnitten erscheint das Ende dieses Fortsatzes etwas verdickt. In seiner Verlängerung liegt auf der ulnaren Seite, dicht unter der Ulna, ein ganz kleiner, ellipsoidischer Knorpel, der nur auf 3—4 Schnitten deutlich erscheint. Unter ihm liegt ein rundlicher Knorpel, der etwas kleiner ist als der auf der radialen Seite. Dieser letztere ist das Radiale, seinen Fortsatz halte ich für das Centrale. Die Deutung des kleinen Knorpelkernes dicht unter der Ulna macht einige Schwierigkeit. Er verschmilzt bald mit dem unter ihm liegenden Kern, um mit diesem das spätere Ulnare zu bilden. Es ist nun nicht ganz unwahrscheinlich, dass jener ellipsoidische Knorpel dem Intermedium entspricht, das aus seiner ursprünglichen Lage an den ulnaren Rand des Carpus gerückt ist. Zugleich liegt es der dorsalen Fläche der Hand näher als der volaren. Nach meinem Befunde würden nun die Carpalknochen der proximalen Reihe einerseits dem Ulnare + Intermedium, andererseits dem Radiale + Centrale entsprechen. Weitere Untersuchungen hierüber behalte ich mir vor.

In der distalen Reihe kann ich nur zwei Stücke erkennen. Auf der radialen Seite, oder besser über dem Metacarpale II liegt ein breites, am proximalen Ende convexes, am distalen concaves Knorpelstück, welches sich dem proximalen Ende des Metacarpale II anlegt, aber am 7. Brüttag noch wohl von ihm getrennt ist. Gegen den innern Carpalrand reicht es bis an das Mc I heran, überdeckt dieses aber nicht. Das Mc I reicht vielmehr etwas in den Carpus hinein und dringt gegen das Radiale vor, jedoch ohne dieses zu berühren. Das zweite, d. h. ulnare Carpalstück der distalen Reihe liegt auf dem äussern Carpalrand, in gleicher Höhe mit dem Mc II, also neben diesem. Es ist am 7. Brüttag rundlich, etwas kleiner als das Ulnare und trägt das Mc III und das rudimentäre Mc IV, welches in diesem Stadium sehr deutlich zu erkennen ist (Fig. 20—22). Ich will nun die beiden Carpalelemente in ihrer Weiterentwicklung getrennt verfolgen. Das grössere radialwärts gelegene Stück, welches mit dem Mc I u. II in Verbindung steht, wird als Carpal 1 + 2 aufzufassen sein. Mit ca. 10 Brüttagen (Fig. 35—38) hat es an Dicke zugenommen, seine Umrisse sind schärfer geworden und man bemerkt, dass es sich enger an das Mc II anschliesst, vorläufig ohne zu verschmelzen. Ein gleiches Verhalten hat gegenüber Mc I Platz gegriffen. Das Carpal 1 + 2 und Mc I stossen seitlich aneinander, sind aber noch nicht verschmolzen. Die Verschmelzung findet überhaupt vor der Verknöcherung nicht vollkommen statt. Sie beginnt central und schreitet gegen die Oberfläche fort. Um den 14.—15. Brüttag beginnt die Verknöcherung, und zwar verknöchern Mc I und die

Carpalia der distalen Reihe von einem einzigen Ossificationscentrum aus (Fig. 39—42). Während man oberflächlich in den knorpeligen Teilen die Grenzen zwischen den einzelnen Elementen noch erkennen kann, sind sie im Innern in ein einziges Stück aufgegangen, welches das Mc II von oben und von den Seiten hufeisenförmig umfasst und bald mit ihm sowie mit Mc III verschmilzt (Fig. 40 u. 41). Schon bei einem Flügel von ca. 15 Brüttagen finde ich das proximale Ende der Metacarpalia I und II durch eine einheitliche Knochenmasse verbunden. Das MC III hält sich länger selbständig. Die Verschmelzung d. Carpalia der distalen Reihe unter sich und mit den Metacarpen ist im embryonalen Leben eine keineswegs intime. Im Flügel von 3—4 wöchigen Nestjungen lassen sie sich noch sehr gut von einander trennen, beim Maceriren fallen die einzelnen Stücke auseinander. Es ist aber zu bemerken, dass die Verschmelzung von C_{1+2} mit Mc I früher perfect ist, als zwischen C_{1+2} und Mc II einerseits und zwischen C_{1+2} u. dem ulnaren Carpalstück andererseits. Bei einem 1 Monat alten Nestjungen finde ich nämlich Mc I mit C_{1+2} verschmolzen aber von Mc II getrennt. Das ulnare Carpalstück ist noch ganz frei. Bei ca. 5 wöchigen Jungen ist die Verschmelzung vollständig, wenn auch noch leise Trennungsspuren sichtbar sind.

Das zweite Carpalstück der distalen Reihe welches ich in Uebereinstimmung mit Rosenberg und Studer (loc. cit.) als aus C_3 u. C_4 zusammengesetzt erachte, ist nach der Verknöcherung kaum $\frac{1}{6}$ so gross als C_{1+2} . In früheren Stadien ist das Grössenverhältniss ein anderes. Am 7. Brüttag haben wir es fast von gleicher Grösse wie C_{1+2} gefunden, am 10. macht es noch mindestens $\frac{1}{2}$ des C_{1+2} aus. Es hat in diesem Alter von der dorsalen Seite aus gesehen langovalen Umriss, liegt ganz ausserhalb des Carpus, neben dem proximalen Ende des Mc II, etwas tiefer als dieses. In späteren Stadien ist dieses Verhalten noch viel ausgesprochener. Das Carpale $1+2$ sendet einen Fortsatz gegen das C_{3+4} , der eine kleine Strecke längs des Mc II herabläuft. Ueber die Zeit der Verknöcherung und Verschmelzung ist schon oben berichtet worden. Auf Querschnitten durch den Carpus gewahrt man, dass das C_{3+4} keineswegs ein längliches stabförmiges Stück ist, als welches es sich von der dorsalen Ansicht ergibt, sondern es praesentirt sich als plattenförmiges, etwas concaves Stück, das sich schalenförmig um die volare Fläche des Mc II legt und in der ganzen Ausdehnung mit diesem verschmilzt (Fig. 23—34). Noch beim ca. 3 Wochen alten Nestjungen löst es sich vom Mc II ab und zeigt die eben beschriebene Form. Bei 5 Wochen alten Jungen ist die Verwachsung vollzogen und es sind nur noch leise Spuren der früheren Trennung zwischen Mc II u. C_{3+4} zu bemerken. Das C_{3+4} lässt sich beim erwachsenen Flügel noch daran nachweisen, dass seine schalenförmige Erweiterung auf der Volarseite einen Vorsprung bildet, der gerade auf der Mitte des Mc II liegt.

Ich habe bisher das ulnarwärts gelegene Stück der distalen Carpalreihe immer mit C_{3+4} bezeichnet, ohne die Gründe anzugeben, welche mich dazu veranlassen. Wie Rosenberg (12) Parker (15) u. A. für das Hühnchen, so habe ich für *Cypselus* die Existenz eines rudimentären $McIV$ festgestellt. In seiner Fig. 27 gibt Rosenberg an, das $McIV$ entspringe mit dem $McIII$ aus gemeinsamer Basis, wodurch sich das fragliche Carpalstück ohne weiteres als C_{3+4} ergibt. In spätern Stadien gliedert sich (nach Rosenberg) $McIII$ ab und $McIV$ wird durch Reduction an der Basis, selbständig. Durch fortgesetzte Reduction rückt es immer mehr distalwärts, bis es zuletzt auf der volaren Fläche des $McIII$ aufliegt, dort verknöchert und schliesslich nahe der Grenze zwischen C_{3+4} und $McIII$ spurlos verschmilzt. Parker beobachtet das $McIV$ (er bezeichnet es mit $mc3'$) ziemlich spät; es soll erst am 10. Brüttag auftreten. Es steht nach ihm nicht in Verbindung mit dem $McIII$ in der Art, wie Rosenberg angibt, sondern es ist ein freier, pyramidenförmiger Knorpel, dessen breiteres Ende distalwärts gerichtet ist. Zunächst liegt es an der Basis des $McIII$, rückt dann proximalwärts, bis es schliesslich auf der Grenze zwischen $McIII$ und dem C_{3+4} (c_3 Parkers) anlangt und mit beiden verschmilzt¹⁾. Was nun *Cypselus* betrifft, so kann ich auch in den frühesten Stadien das Verhalten, wie es Rosenberg angibt, nicht constatiren. Immer finde ich $McIV$ vom Carpalstück getrennt. Trotzdem nehme ich das ulnare Carpalstück als aus C_3 und C_4 zusammengesetzt an. Die Reduction der Finger geht erfahrungsgemäss immer vom distalen Ende aus: Zuerst verkümmern die Phalangen, dann die Metacarpen und erst zuletzt die Carpalia, wenn sie nicht mit ihren Nachbarn verschmelzen. Nun haben wir in der *Cypselus*-hand noch das Metacarpale des vierten Fingers erhalten und es muss irgendwo sein Carpale vorhanden sein. Nichts liegt näher, als es in dem ulnaren Carpalstück zu suchen.

Die Existenz des $McIV$ ist bei *Cypselus* von sehr kurzer Dauer. Es tritt am 6.—7. Tag auf, ist ziemlich voluminös, von ellipsoidischer Gestalt und liegt auf der Grenze zwischen C_{3+4} und $McIII$, mit dem letzteren divergirend. An das C_{3+4} tritt es ziemlich nahe heran, ist aber doch deutlich von ihm abgetrennt. Schon nach einem Tage ist es von C_{3+4} sowohl als von $McIII$ abgerückt; es liegt frei im übrigen Gewebe, hat pfriemliche Gestalt angenommen und ist kleiner geworden. Dagegen ist es viel deutlicher begrenzt. Auf Querschnitten durch den Carpus ergibt sich, dass das $McIV$ nicht in derselben Ebene mit den drei übrigen Metacarpen liegt, sondern ziemlich bedeutend auf die Flexorseite gerückt ist (Fig. 43).

¹⁾ Obschon ich bei *Cypselus* das Verhalten des $McIV$, wie es Rosenberg für das Hühnchen angibt, nicht vorfinde, scheinen mir doch die Angaben Rosenbergs zuverlässiger als diejenigen Parkers, weil ersterer viel jüngere Stadien untersucht hat als letzterer, folglich primitivere Verhältnisse vor sich hatte. Auch hat sich Parker damit begnügt, seine Objecte in toto zu untersuchen.

Am 9.—10. Tag ist keine Spur mehr vom Mc IV zu finden. Während es sich beim Hühnchen noch 1 Monat nach dem Ausschlüpfen erhält, geht es bei Cypselus einer vollständigen, Atrophie entgegen.

Die Metacarpalia I—III sind fast während des ganzen Embryonallebens von einander getrennt. Am besten verschmolzen sind in dieser Zeit Mc II und III an ihrem distalen Ende. Während der Verknöcherung erhalten sie ihre Selbständigkeit auf kurze Zeit wieder, d. h. sie sind nur so verschmolzen, dass sie sehr leicht von einander getrennt werden können. Noch 3 Wochen nach dem Ausschlüpfen fallen sie selbst bei sehr leichter Maceration auseinander. Nach 5 Wochen ist die Verschmelzung hingegen vollkommen.

Seit Meckel fassen die meisten Autoren die in der Vogelhand persistirenden Finger als den I., II. u. III. auf; nur Owen, Wyman, Cones und Morse sprechen dem Flügel den II., III. u. IV. Finger zu. In neuester Zeit vertritt Tschan (16.) eine andere Zählweise, wonach im Flügel der I., II. u. IV. Finger vorhanden wären. Tschan stützt sich auf die neueren Untersuchungen Parkers (17 u. 18), lässt aber die jüngste Veröffentlichung dieses Forschers über den Flügel des Hühnchens (15.) ganz unbeachtet, sonst hätte er schwerlich zu seiner Hypothese gelangen können. Parker hat nämlich im embryonalen Flügel des Hühnchens ausser den drei persistirenden Metacarpen noch drei sogenannte *additional rays* oder *intercalary rays* gefunden. Der erste dieser accessorischen Strahlen liegt auf der äussern Seite des Mc I und wird von Parker und von Tschan als Praepollex aufgefasst. Der zweite liegt auf der ulnaren Seite des Mc II, ist von Parker mit *mc 2'* bezeichnet und in Proc. Roy. Soc. 1887 als rudimentäres Metacarpale angesehen worden. 1888 nimmt Parker diese Ansicht zurück (15). Die späte Entwicklung, das gewöhnliche Fehlen eines eigenen Ossificationscentrums, die innige Beziehung zur Sehne des *m. extensor metacarpi ulnaris*, das Fehlen des Gebildes bei Ratiten und nahverwandten Reptilien lassen ihm die Deutung des mit *mc 2'* bezeichneten Knorpels als Metacarpale nicht zu. — Der dritte der accessorischen Strahlen (*mc 3'*) liegt auf der ulnaren Seite des Mc III und wird von Parker als rudimentäres Mc IV aufgefasst. Tschan nimmt nun die von Parker 1887 vertretene, nun verlassene Ansicht wieder auf und erklärt frischweg, das *mc 2'* Parkers sei das Rudiment des Mc III und verschmelze mit Mc II zu einem Zwillingfinger. Die von uns als Mc III und IV aufgefassten Strahlen werden dadurch Mc IV und V und durch deren Verschmelzung ein zweiter Zwillingfinger geschaffen. Abgesehen von der Begründung, mit welcher Parker seine 1887 vertretene Ansicht über seine *mc 2'* zurücknimmt, ist es mir gänzlich unverständlich, wie nach Tschan der dritte Finger, der sonst immer am längsten ausharrt, hätte verkümmern können. Jede Reduction der Finger oder Zehen beginnt an den Randfingern, vornehmlich am äussern Rand, aber niemals in der Mitte, wie Gegenbaur des überzeugendsten

nachgewiesen hat (11). Es ist daher die von Tschan vorgeschlagene Zählweise der Finger in der Vogelhand als völlig unbegründet zurückzuweisen.

Gehen wir nun wieder auf unsern Cypselus zurück, so ist in Bezug auf die Phalangen zu bemerken, dass sie in der Zahl von 1 am ersten, 2 am zweiten und 1 am dritten Finger angelegt und definitiv ausgebildet werden. Um den 10. Brüttag ist die erste Phalange des zweiten Fingers noch stabförmig, am proximalen Ende verdickt. Mit ca. 14 Brüttagen beginnt sie sich nach der ulnaren Seite hin zu verbreitern und beim reifen Embryo ist die Verbreiterung schon soweit gediehen, dass die Phalange der definitiven Form sehr ähnlich sieht. Am 10. Brüttag tritt am Daumen und weniger deutlich am zweiten Finger eine zarte Kralle auf. Während diejenige des zweiten Fingers am 12. Brüttag schon wieder verschwindet, dauert die Daumenkralle aus und bleibt noch ca. 3 Wochen im postembryonalen Leben erhalten.

Ueber den Schultergürtel kann ich nur bestätigen, dass Scapula und Coracoid aus einem einheitlichen Knorpelstück entstehen, wie sich aus der Schnittserie einer vordern Extremität vom 5. Tage ergibt (Fig. 10). Der Knorpelstreifen verläuft fast gerade von vorn nach hinten; nur das vordere Ende ist etwas vornüber gebogen. Die Grenze zwischen beiden Stücken wird angegeben durch den Humerus, welcher senkrecht davon ausgeht. Das coracoidale Stück macht $\frac{1}{3}$, das scapulare $\frac{2}{3}$ des Ganzen aus. Mit dem 8. Tag ist die Abtrennung in Scapula und Coracoid vollzogen. Von da an geht die Ausbildung der beiden Skeletstücke sehr rasch von statten; beim reifen Embryo ist die definitive Gestalt bereits erreicht. An der Scapula sind zwei Teile zu unterscheiden; die eigentliche Scapula und die Suprascapula. Die Grenze zwischen beiden liegt an der breitesten Stelle der fertigen Scapula, also gegen das hintere Ende zu. Die Suprascapula bleibt sehr lange knorpelig und löst sich beim Praepariren des Schultergürtels sehr leicht los. Ich finde sie bei 5 wöchigen Nestjungen noch nicht vollständig verknöchert. Ueberhaupt verknöchern Scapula und Coracoid zuerst an den im Schultergelenk zusammenstossenden Enden. In der zweiten Woche nach dem Ausschlüpfen ist das an das Sternum anstossende Drittel des Coracoid noch fast ganz knorpelig, während die übrigen 2 Drittel schon wohl verknöchert und der definitiven Gestalt nahe sind. Das erste Auftreten der Claviculae konnte ich nicht sicher feststellen. Sie unterscheiden sich von den andern Knochen des Schultergürtels dadurch, dass sie nicht knorpelig praeformirt sind, sondern aus bindegewebiger Grundlage hervorzugehen scheinen. Wegen ihrer geringeren Consistenz können sie beim Praepariren bei jüngeren Stadien leicht übergangen werden. [Nach Lindsay (19.) finden sich beim Hühnchen die ersten Anfänge der Clavicula schon am 4. Brüttag.] Von allen Teilen des Schultergürtels sind sie am frühesten und besten verknöchert. Auch die Verwachsung zur Furcula vollzieht

sich sehr rasch. Nur das Ende, welches an der Bildung des foramen triosseum teil hat, bleibt sehr lange knorpelig und verknöchert erst nach dem Flüggewerden des Vogels vollständig.

Ueber das Sternum konnte ich wegen mangelnden, geeigneten Materials nicht viel beobachten. Bei 6—7 tägigen Embryonen sah ich die noch nicht ganz vereinigten Sternalleisten. In der gleichen Zeit nimmt die Entstehung der Crista sterni ihren Anfang. Sie entwickelt sich sehr rasch zu bedeutender Grösse und scheint dadurch zu entstehen, dass sich die eben vereinigenden Sternalleisten gegenseitig an ihren Rändern erheben und zur crista verschmelzen. Wenigstens scheinen mir Querschnitte durch einen 9—10 tägigen Embryo diese Deutung zuzulassen. Doch bin ich nicht in der Lage etwas Positives zu behaupten. Eine erneute Bearbeitung dieses Gegenstandes wäre um so wünschenswerter, als die bestehenden Ansichten sehr auseinandergehen und eine Einigung vorderhand nicht abzusehen ist. Lindsay (19.) betrachtet die crista sterni als Auswuchs des Sternum; meine Ansicht stimmt also damit überein. Ich habe so wenig wie Miss Lindsay je eine Interclavicula beobachtet. Das Sternum ist das zuletzt verknöchernde Skeletstück. Noch beim ca. 1 Monat alten Nestjungen ist die Verknöcherung so unvollständig, dass nur die vorderste, dickste Partie des Brustbeinkörpers, sowie etwa die Hälfte des vordern Randes der Crista aus Knochengewebe besteht. Das Uebrige ist noch mehr oder weniger knorpelig, mit spärlicher Kalkeinlagerung. — Wegen der grossen Zeitunterschiede in der Verknöcherung des Sternum und der Claviculae glaube ich nicht, dass diese Anteil an der Bildung der Crista sterni haben.

b. Hintere Extremität. Die ersten Anfänge der hintern Extremität sind denjenigen der vordern sehr ähnlich, bis durch den Ellenbogen resp. die Kniebeuge ein wesentlicher Unterschied geschaffen wird. Die Skeletanlage des Fusses differirt nur wenig von derjenigen des Flügels. Auch das Skelet der hintern Extremität ergibt sich beim ca. 5 tägigen Embryo als Abgliederung von einem einheitlichen Knorpelstück, dem primitiven Becken, das eine winklig gebogene Knorpelspange darstellt (Fig. 45 und 46). Das femorale Stück ist an beiden Enden abgegrenzt. An sein distales Ende stossen die zwei der Tibia und Fibula entsprechenden Knorpelstücke. Sie sind ungefähr von gleicher Stärke, die Fibula etwas schwächer, beide in der Mitte auseinanderweichend. An ihrem distalen Ende gehen sie continuirlich in eine breite Knorpelmasse über, welche das Material für den Tarsus liefert. Aus ihr strahlen drei Knorpelstreifen aus; die ersten Anfänge der Metatarsen, an deren äussersten Enden die Spuren der ersten Phalangen zu erkennen sind in Gestalt von kuppenförmig vorgelagertem dichterem Gewebe. Mit 6—7 Brüttagen trennt sich die Tarsalplatte einerseits von Tibia und Fibula ab, andererseits von den Metatarsen (Fig. 49 u. 50). Zudem zerfällt sie durch eine quere Furche, welche schon am 5. Tage als Spur sichtbar

ist, in zwei übereinanderliegende Platten, von denen die proximale die dickere, die distale die dünnere ist (Fig. 47 u. 48).

Ist beim Fuss vom 5. Tag die Fibula nur wenig schwächer als die Tibia und beide von gleicher Länge, so wird der Unterschied zwischen beiden schon mit 6—7 Brüttagen bedeutender. Mit 7 bis 8 Tagen ist die Fibula schon sehr schlank; sie verläuft ganz gerade neben der Tibia hin und reicht beinahe bis an deren distales Ende (Fig. 49 u. 50). Ihre Länge verhält sich zu derjenigen der Tibia wie 1:1,25, incl. proximale Tarsalplatte wie 1:1,37. Das untere Ende beginnt ligamentös zu werden und steht nur noch durch einen ligamentösen Gewebestrang mit dem Tarsus in Verbindung. Von nun an geht die Reduktion der Fibula Schritt vor Schritt, bis im erwachsenen Zustand ihre Länge zu derjenigen des Tibiotarsus im Verhältniss von 1:3,87 steht.

Im Tarsus glaube ich ein rudimentäres Tarsale 5 gefunden zu haben (Fig. 45—48). Am 5 Brüttag bemerke ich nämlich auf dem fibularen Rande der sich abtrennenden distalen Tarsalreihe einen kleinen gerundeten Vorsprung, in dessen Verlängerung, aber getrennt von ihm, ein pyramidenförmiges, kleines Knorpelstück liegt, welches mit dem benachbarten Metatarsale IV divergirt (Fig. 47). Dieses Knorpelstück ist zweifelsohne das Rudiment des Mt V, jener Vorsprung das Tarsale 5. Die übrigen Metatarsen entsprechen dem II, III und IV; das I. wird erst später angelegt und hat zu keiner Zeit Beziehungen zum Tarsus. Dies stimmt mit den Resultaten von Baur (20) überein. Das Mt V fällt sehr bald der Atrophie anheim. Schon am 7. Brüttag ist es verschwunden, während das T₅ noch länger erkannt werden kann. Während nämlich die proximale Tarsalplatte am 7.—8. Tage die ganze Breite des Tarsus einnimmt und das fibularwärts verbreiterte Ende der Tibia an den Rändern — namentlich dem äussern — umfasst, reicht die distale Tarsalplatte nur zum Teil über Mt II hinweg (Fig. 49 und 50). Dagegen springt sie etwas über den fibularen Tarsalrand vor und dieser kleine, knötchenförmige Vorsprung ist der letzte Rest des Tarsale 5. Er ist noch am 10. Tage zu erkennen, wenn auch weniger deutlich. — Wegen des Umstandes, dass die distale Tarsalplatte nicht die ganze Breite des Tarsus einnimmt, springt Mt II in den Tarsus hinein und reicht nahe an die proximale Tarsalplatte heran. Was die Verschmelzung der beiden Tarsalplatten betrifft, in denen ich zu keiner Zeit der Entwicklung isolirte Knorpelkerne erkennen konnte, so kann ich im Gegensatz zu Gegenbaur (21) und im Einklang mit Rosenberg (12) constatiren, dass die distale Platte zuerst verschmilzt. Die Verschmelzung beginnt am 10. Brüttag, und zwar finde ich an einem Tarsus von 10—11 Brüttagen, dass die distale Platte zuerst mit Mt II verwächst, indem sie sich in dünner Schicht über dasselbe hinüberlegt. Die Verschmelzung ist am innern Tarsalrand schon perfect, wenn man auf der Seite gegen das Mt III zu noch deutlich die Grenzlinie erkennen kann (Fig. 51).

Mit dem M t III und IV ist die Verschmelzung noch weniger weit gediehen. Die proximale Platte ist in ihrem ganzen Verlaufe noch discret. Mit ca. 15 Brüttagen ist sie hingegen mit der 'Tibia' verschmolzen (Fig. 52), kommt aber bald wieder durch die nun eintretende Verknöcherung zu relativ geringer Selbständigkeit, indem sie von einem besonderen Ossificationscentrum aus verknöchert. Dasselbe ist der Fall mit der distalen Platte. Während der Verknöcherung ist der Zeitunterschied in der Verschmelzung der beiden Tarsalplatten viel bedeutender als vorher. Bei ca. 3 wöchigen Nestjungen ist die distale Platte schon vollkommen mit den Metatarsen verschmolzen; nur ganz geringe Spuren von früherer Trennung sind zu erkennen. Die proximale Platte hingegen ist noch nicht verschmolzen, sie lässt sich sehr leicht von der Tibia ablösen. Erst beim ca. 5 wöchigen Nestjungen ist die Verschmelzung so weit gediehen, als mit 3 Wochen diejenigen der distalen Platte. Bei dieser ist nunmehr jede Spur eines früheren Getrenntseins verschwunden. Die Knochenbrücke am untern Ende der Tibia, unter welcher hindurch die Sehnen der Zehenstrecker gehen, verknöchert in der vierten Woche.

Die Metatarsen, welche am 8. Brüttag noch divergiren, nähern sich gegenseitig mehr und mehr, je weiter die Verschmelzung mit der distalen Tarsalplatte fortschreitet. Beim beinahe reifen Embryo hat ihre Verschmelzung der Länge nach begonnen und sind nur noch die Gelenkköpfe an ihren distalen Enden frei. Die Trennungslinien zwischen den einzelnen Metatarsen sind aber noch sehr deutlich zu erkennen. Ueberhaupt verharret der Tarsometatarsus von Cypselus ziemlich lange auf primitiver Stufe. Noch beim Nestjungen von 3 Wochen sind die Metatarsen II, III, u. IV ihrer ganzen Länge nach zu erkennen. Nahe ihrem oberen Ende sind noch die zwei Oeffnungen erhalten, welche den Tarsometatarsus von vorn nach hinten durchsetzen, die grössere zwischen M t II und III. Zwischen diesen findet sich auch am untern Ende noch eine deutliche Trennungsspur in Form einer ziemlich tiefen, länglichen Grube. Im Weitern verweise ich auf den osteologischen Teil. — Das Metatarsale I wird zwischen dem 6. und 7. Brüttag angelegt und erlangt seine bedeutendste Entwicklung am 10. Brüttag, wo seine Länge zu derjenigen des M t II im Verhältniss von 1 : 3,4 steht. Es setzt sich in der Mitte des letzteren an und ist ihm dicht angenähert. Vom 10. Brüttag an atrophirt sein proximales Ende, so dass im erwachsenen Zustand das Verhältniss zwischen ihm und dem Tarsometatarsus nur noch 1 : 5,4 beträgt. Zugleich rückt es distalwärts und auf die hintere Fläche des M t II.

Gehen wir nun auf die Zehen ein, so ist bekannt, dass das *genus Cypselus* eine reducirte Phalangenanzahl besitzt. Die normale Zahl beträgt nämlich 2 an der ersten, 3 an der zweiten, 4 an der dritten und 5 an der vierten Zehe. *Cypselus* weist aber 2 an der ersten und je drei an den übrigen Zehen auf. Es fehlen also: eine

Phalange in der dritten und zwei in der vierten Zehe. Es ist dies schon längst bekannt und z. B. von Sclater (22) als systematisches Merkmal verwendet worden. Eine genauere Untersuchung über das Verbleiben der fehlenden Phalangen wurde aber noch nicht gemacht. Die Entwicklungsgeschichte gibt uns den gewünschten Aufschluss. Ich habe das Wesentliche schon in einer vorläufigen Mitteilung im Zoologischen Anzeiger (Nr. 319, 1889) veröffentlicht. Erneute, genauere Untersuchungen bestätigen meine dort gemachten Aussagen und haben folgendes Resultat: die ersten Anlagen der Phalangen finden sich schon am Ende des 5. Brüttagcs als kuppenförmige Vorwölbungen dichteren Gewebes vor den Metatarsen. Eigentliches Knorpelgewebe sind diese Vorwölbungen nicht; dagegen kommt es bald zur Ausbildung. Denn schon am 7. Brüttag finde ich Phalangen vor und zwar ist nun auch schon die erste Zehe ziemlich entwickelt. Das Mt I trägt bereits eine wohl ausgebildete erste und die Spur einer zweiten Phalange. In der zweiten Zehe ist eine kurze Phalange vorhanden, in der dritten 2 und in der vierten 3. Auf diese kurzen Phalangen folgt in jeder Zehe ein längeres Knorpelstück, welches distal sehr undeutlich begrenzt ist und allmählig in indifferentes Gewebe übergeht (Fig. 1, s. Holzschnitte). Die zweite Phalange der dritten Zehe ist sehr kurz, scheibenförmig, kaum $\frac{1}{2}$ so lang als die erste. Ebenso verhält es sich mit der dritten Phalange der vierten Zehe. Die erste Phalange dieser Zehe ist aber die unbedeutendste. Auf Längsschnitten durch die Zehe repräsentirt sie sich als halbmondförmiges Stück, welches der Basis des Mt IV kuppenförmig aufsitzt, gleichsam als Epiphyse (Fig. 2). In dem eben beschriebenen Stadium lässt die distale Begrenzung des Fusses äusserlich die Zehen noch

Fig. 1.

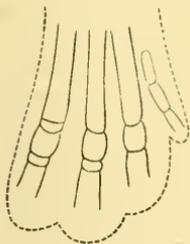


Fig. 3.

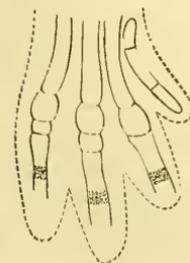
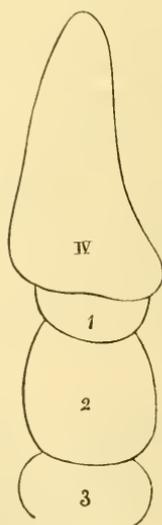


Fig. 2.



Beschreibung der Figuren.

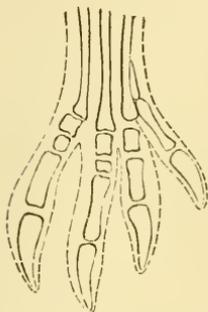
Fig. 1. Fuss von ca. 7. Brüttag.
Vergr. 15.

Fig. 2. Schnitt durch die 4. Zehe
am 7. Brüttag. Vergr. 200.

Fig. 3. Fuss vom 8. Brüttag.
Vergr. 15.

vorletzten, weniger voluminös als diese, ein wenig gekrümmt. Alle Zehen sind bedeutend schlanker geworden und zwar in Folge stärkeren Wachstums der zwei Endphalangen. Die andern Phalangen sind seit dem 8. Brüttag nur unbedeutend gewachsen. — Es ist nun die Frage, welches das weitere Schicksal der zweiten Phalange der dritten und vierten Zehe ist. Denn dass die Reduction diese zwei betrifft, ist wegen ihrer geringen Entwicklung zum vornherein zu erwarten. Am 12. Brüttag sind sie noch deutlicher ausgeprägt als bisher; in der dritten Zehe ist sie von viereckigem Umriss, in der vierten Zehe kugelig, klein (Fig. 5). Die erste Phalange der 2. bis 4. Zehe hat ihre kugelige Form aufgegeben und die cubische angenommen. Die Nagelphalangen sind bedeutend kräftiger, voluminöser geworden und auf die ventrale Seite hin gekrümmt. Es beginnt sich Horn für die Krallen abzuschneiden. Die Einbuchtungen zwischen den Zehen sind nun bis in den Bereich der ersten Phalangen vorgedrungen, während beim 10 tägigen Embryo nur bis in die Nähe des proximalen Endes der vorletzten Phalange. Zwischen dem 14. und 15. Brüttag beginnt die weitere Verschmelzung von Phalangen und es bleibt somit der Cypselusfuß 6—7 Tage lang auf der bei Pteroclididen und den meisten Caprimulgiden zeitlebens bestehenden Phalangenzahl. —

Fig. 5.



Fuss vom 12. Brüttag.
Vergr. 10.

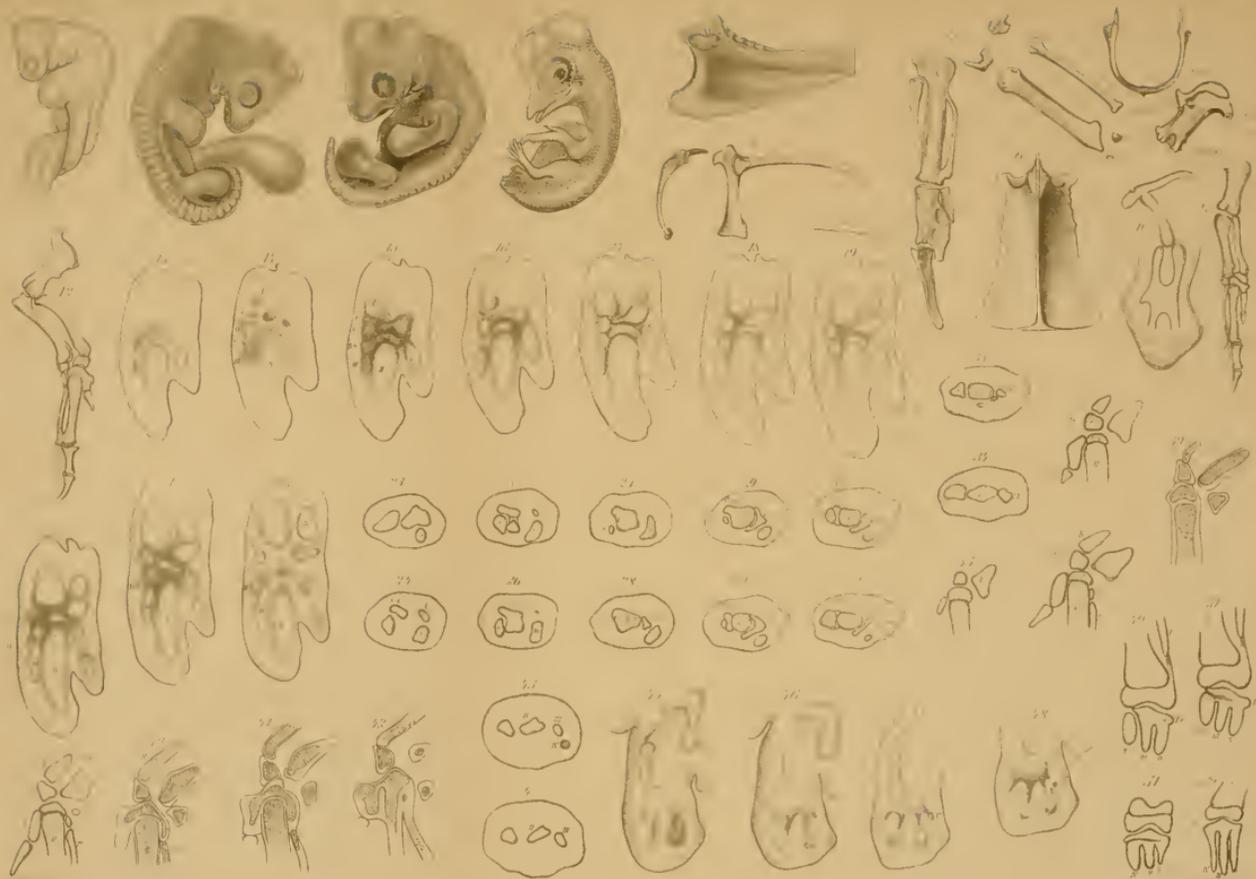
Wie ich schon in meiner vorläufigen Mitteilung angegeben und wie ich seither an Längsschnitten durch die dritte und vierte Zehe habe constatiren können, verschmilzt die fragliche Phalange dieser Zehen mit der auf sie folgenden. Die Verschmelzung beginnt am Rande und schreitet nach innen fort. Die verschmelzenden Phalangen sind in dieser Zeit stark abgeplattet, so dass sie fast nichts zur Verlängerung beitragen. Diese Verschmelzung geht lange nicht so rasch vor sich wie diejenige mit dem Mt IV. Noch beim reifen Embryo sind die letzten Spuren der Trennung sehr deutlich zu sehen in Form einer kleinen, queren Spalte am obern Ende der vorletzten Phalange. In der vierten Zehe ist die Verschmelzung früher vollendet als in der dritten. — Die Ursache der Verschmelzung glaube ich darin zu erblicken, dass der Fuss, der lediglich zum Sichanklammern an Felsen, Mauern, Gebälk etc. dient, gefestigt werden muss, was offenbar durch Verminderung der Gelenke erreicht wird. Wegen seiner Eigenschaften als Kletterfuss, wo die Nagelphalangen mit ihren scharfen Krallen eine Hauptrolle spielen, ist es selbstverständlich, dass die Reduction im proximalen Teil sich vollzieht, während sonst die distalen Elemente zuerst schwinden und zwar meist durch Ausfall. Da die erste Phalange der vierten Zehe so rasch verschmilzt — ihre Existenz dauert kaum 1 Tag —, so darf wohl angenommen

werden, dass sie bei den Vorfahren des Alpenseglers schon lange nicht mehr discret war und jetzt im Begriffe steht, ganz auszufallen. Jene Vorfahren hatten offenbar lange Zeit die Phalangenzahl der Pteroclidien.

Wie der primäre Schultergürtel, so legt sich auch das Becken als einheitlicher Knorpel an, von welchem aus die hintere Extremität sich bildet, wie Fig. 45 u. 46, zeigt. Dieser einheitliche Knorpel ist winklig gebogen. Der vordere Schenkel des Winkels entspricht dem Ilium, der hintere dem Ischium + Pubis. Die Extremität geht vom Scheitel des Winkels aus. Darnach ist die erste Anlage des Ilium fast nur dessen späterer, praeacetabulärer Teil. Es wächst dann nach vorn und hinten und sucht sehr früh Verbindung mit den Wirbeln. Der praeacetabuläre Teil ist früher fertig als der postacetabuläre. Beim 14-tägigen Embryo ist der grössere Teil des letzteren noch sehr schwach verknorpelt, während der erstere schon gut knorpelig praeformirt ist und bis an den zweitletzten rippentragenden Wirbel heranreicht. Bei der Verknöcherung verhält es sich ganz ähnlich. Noch in der dritten Woche nach dem Ausschlüpfen des Jungen ist ein grosser Teil des postacetabulären Ilium nur schlecht verknöchert, namentlich der hintere Rand. Dagegen ist der praeacetabuläre Teil wohl ausgebildet und verknöchert. Der hintere breite Schenkel der primitiven Beckenanlage ändert sich am 8. bis 10 Brüttag dahin, dass in der Mitte das Knorpelgewebe degenerirt, wodurch eine grosse Durchbohrung entsteht und eine Trennung in zwei besondere, dem Ischium und Pubis entsprechende Knorpelspannen vollzogen wird. Beide sind an ihren hintern Enden noch verwachsen, in der Mitte weit auseinanderweichend. Mit ca. 14 Brüttagen trennen sie sich jedoch, stossen aber noch zusammen. Indessen sind sie schlanker geworden und das Pubis beginnt über das Ischium hinaus nach hinten zu wachsen. Im Acetabulum, welches sich gleichzeitig mit der Scheidung in ein Pubis und Ischium bildet, sind Näte zwischen den Beckenelementen mit Sicherheit nicht festzustellen, auch an Schnitten nicht. Die Näte kommen eigentlich erst beim Verknöcherungsprocess deutlich zum Vorschein und zwar bemerke ich bei einem Becken aus der 3. Woche eine Nat, welche senkrecht zu der Längsaxe des Pubis geht und dieses zugleich mit dem Ischium abtrennt. Eine zweite Nat verläuft senkrecht zur ersten und trennt Ischium und Pubis unter sich auf der ganz kleinen Strecke, auf der sie im Acetabulum zusammenstossen. Zwischen Ischium und Ilium habe ich eine Nat mit Sicherheit nicht constatiren können. — Es ist merkwürdig, dass die das Pubis vom Ischium trennende Nat nicht in der Oeffnung des Acetabulum endigt, oder was dasselbe heisst, dass das Pubis keinen Anteil an der Begrenzung des Acetabulum hat. Nur eine ganz winzige Facette am äussersten Rande bietet dem Femur Unterlage.

Erklärung der Figuren auf Tafel XI.

- Fig. 1. Embryo von 2–3 Brüttagen, von 4 mm grösster Länge. Vergr. $7\frac{1}{2}$.
- » 2. Embryo von ca. 4 Brüttagen. Vergr. 5.
 x = Oberkieferfortsatz.
 1 = I. Visceralbogen.
 2 = II. „
 3 = III. „
 al = Allantois.
- » 3. Embryo von ca. 5 Brüttagen. Vergr. $4\frac{1}{2}$. Bezeichnungen wie in Fig. 2.
- » 4. Embryo von ca. 10 Brüttagen. Vergr. 2.
- » 5. u. 6. Sternum von der Seite und von unten gesehen. Nat. Gr.
- » 7. u. 8. Schultergürtel. Nat. Gr.
- » 9. Flügelskelet. Nat. Gr.
 pr. m. = processus medialis.
 pr. l. = „ lateralis.
 ep. m. = epicondylus medialis.
 pr. sc. l. = processus supracondyloideus lat.
 S. S' = Sesambildungen.
- » 10. Linke vordere Extremität am 5.–6. Brüttag. Aus 3 Schnitten combinirt. Vergr. 14.
- » 11. Flügelskelet am 14. Brüttag in situ. Daumen mit Krallen. Vergr. 5.
- » 12. Flügelskelet vom reifen Embryo. Vergr. $3\frac{1}{2}$.
- » 13.–22. Aus der Schnittserie eines Flügels vom 6.–7. Brüttag. Camerazeichnungen. Vergr. 25.
 i + u = Intermedio-Ulnare.
 r + c = Centralo-Radiale.
 Im übrigen wie in folg. Figg.
- » 23.–34. Aus der Querschnittserie eines Carpus vom ca. 10. Brüttag. Camerazeichnungen. Vergr. 13.
 U = Ulna,
 u = Ulnare,
 r = Radiale,
 C₁₊₂ = Carpale 1 + Carpale 2.
 C₃₊₄ = Carp. 3 + Carp. 4.
 I, II, III, IV = Metacarpale I, II, III, IV.
- » 35.–38. Aus der Längsschnittserie eines Carpus vom ca. 10. Brüttag. Camerazeichnungen. Nomenclatur wie in Figg. 23–34. Vergr. 13.
- » 39.–42. Aus der Längsschnittserie eines Carpus vom ca. 15. Brüttag. Vergr. 13. Camerazeichnung.
- » 43. u. 44. Querschnitte durch einen Carpus von ca. 8 Brüttagen. Metacarpale IV getroffen in Fig. 43. Vergr. $23\frac{1}{3}$. Camerazeichnung.
- » 45.–48. Aus der Schnittserie einer linken hintern Extremität von 5 bis 6 Brüttagen. Camerazeichnung. Vergr. 25. V = Metatarsale V.
- » 49. u. 50. Längsschnitte durch einen Tarsus vom 7.–8. Brüttag. T5 der dem Tarsale 5 entsprechende knötchenförmige Vorsprung der distalen Tarsalplatte. Camerazeichnung. II, III, IV = Metatarsale II–IV.
 T = Tibia, F = Fibula.
- » 51. Längsschnitt durch den Tarsus vom 10.–11. Brüttag. Camerazeichnung.
- » 52. Tarsus vom ca. 14. Brüttag.



1. Zebutno - Cypselus melba

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Archiv für Naturgeschichte](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [56-1](#)

Autor(en)/Author(s): Zehntner Leo

Artikel/Article: [Beiträge zur Entwicklung von *Cypselus melba*. 189-220](#)