



Eine morphologische Untersuchung

über die

Halswirbelsäule der *Lacerta vivipara* Jacq.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserl. Universität zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

Ernst Blessig.



Mit einer Tafel.

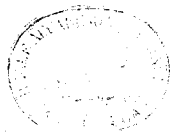
Ordentliche Opponenten:

Prof. Dr. R. Thoma. — Prof. Dr. E. Rosenberg. — Prof. Dr. L. Stieda.

Dorpat.

Druck von C. Mattiesen

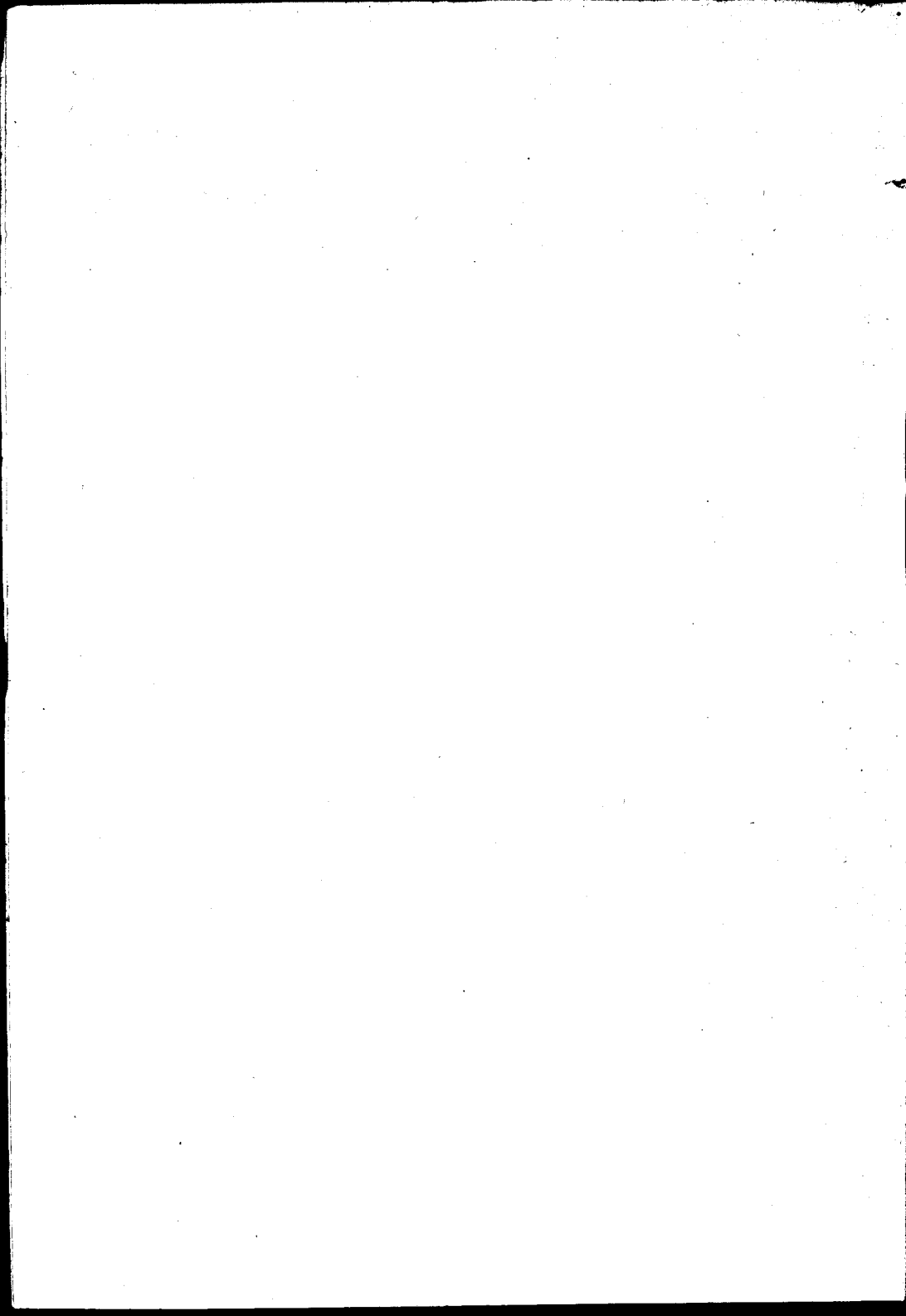
1885.



Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.
Dorpat, den 24. Mai 1885.

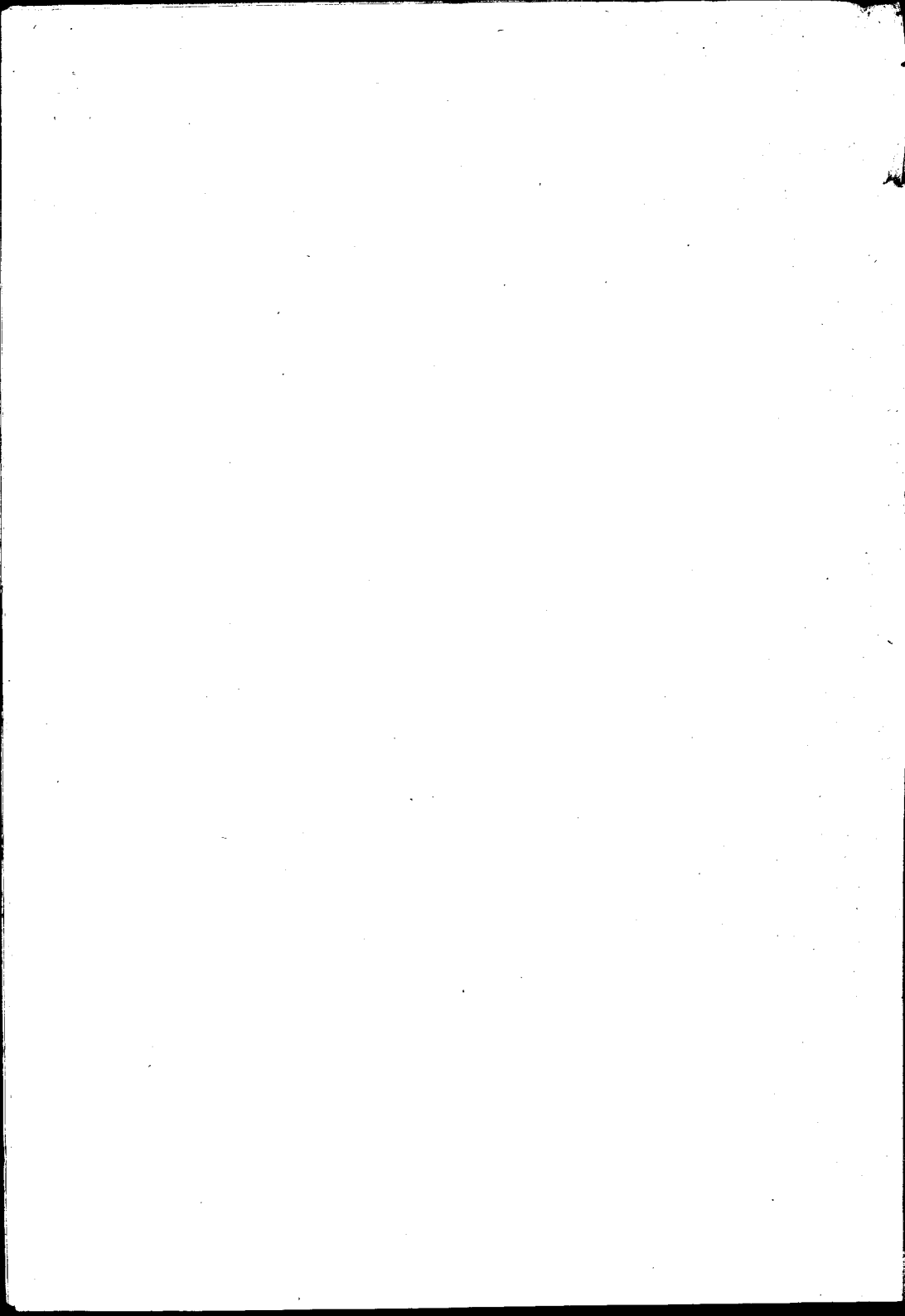
Decan: L. Stieda.

Meinen Eltern.



Meinen verehrten Lehrern an der hiesigen Hochschule sage ich für die mir zu Theil gewordene Anregung und Belehrung meinen aufrichtigen Dank.

Insbesondere ist es mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. Rosenberg für die anregende Unterweisung, die er mir bei meinen Studien hat angedeihen lassen, und für das freundliche Interesse, mit dem er meine Arbeiten unterstützt hat, meinen warmgefühlten Dank auszusprechen.



Unter den Aufgaben, welche sich vom Standpunkte der Descendenzlehre für die Untersuchung der individuellen Entwicklung eines Organismus ergeben, sind diejenigen von besonderem Interesse, bei denen es sich darum handelt, die Berechtigung solcher Deductionen zu prüfen, welche sich aus den durch die Vergleichung entwickelter Organismen gewonnenen Anschauungen herleiten lassen. Das Interesse, welches von diesem Gesichtspunkte aus unternommenen embryologischen Untersuchungen zukommt, liegt bekanntlich darin, dass dieselben die Möglichkeit gewähren, die Anschauungen sicherer zu begründen, zu denen eine vergleichend anatomische Betrachtung führt und Organisationsverhältnisse aufzudecken, deren Existenz nur verstanden werden kann, wenn man den Annahmen der Descendenzlehre Berechtigung zuerkennt.

Die vorliegende Abhandlung enthält das Resultat einer Untersuchung, welche ich auf Vorschlag des Herrn Prof. Dr. E. Rosenberg unternahm und durch welche eine bestimmte Deduction geprüft werden sollte, die sich auf eine der vielen, die Wirbelsäule betreffenden Fragen bezieht. Es soll daher diese Schrift auch in ihrem literarischen Theile nicht die ganze Wirbelsäule sondern nur das specielle Organisationsverhältniss behandeln, welches das Thema meiner Arbeit ausmacht.

Den Anknüpfungspunct für diese Arbeit bilden die Ergebnisse einer Untersuchung, welche Prof. Dr. E. Rosenberg ausgeführt hat. In einem in der Dorpater Naturforscher-Gesellschaft gehaltenen Vortrage ¹⁾ erörterte derselbe zunächst die Kriterien, welche bei der Bestimmung der relativ primitivsten Form der Wirbelsäule bei den Säugethieren zu benutzen seien und theilte alsdann in Betreff der Halswirbelsäule mit, dass er am siebenten und sechsten Halswirbel menschlicher Embryonen Anlagen von Rippen nachgewiesen habe.

Am siebenten Wirbel waren dieselben elfmal als isolirte knorpelige Gebilde und zwölfmal unter Verhältnissen beobachtet worden, die auf eine beginnende Verwachsung der Rippenanlagen mit diesem Wirbel schliessen liessen. Am

¹⁾ cf. Sitzungsber. d. Naturf.-Ges. bei d. Univ. Dorpat. Bd. VI, pag. 501–506. Sitzung v. 17. Febr. 1883.

sechsten Halswirbel kam ein Rippenrudiment nur dreimal zur Beobachtung. Gewisse Organisationsverhältnisse, welche die Halswirbelsäule der Saurier und einiger Säugethiere darbietet, hatten den genannten Autor zu der Anschauung hingeführt, dass die Halswirbel vom dritten ab durch Umformung aus solchen Wirbeln entstanden seien, die Rippen besaßen und zwar so, dass successive die Grenze zwischen Brust- und Halsregion der Wirbelsäule distalwärts verlegt worden ist, wobei der augenblicklich letzte Halswirbel als der am spätesten umgebildete erscheint. Diese Annahme hatte nun — was die Halswirbel der Säugethiere anbetrifft — durch den obigen Befund eine wesentliche Stütze erhalten, und es war nun von Wichtigkeit zu erfahren, ob sich innerhalb anderer Wirbelthierklassen weitere Belege für die Richtigkeit derselben finden lassen. Da, wie bereits erwähnt, die Halswirbelsäule der Saurier gewisse Eigentümlichkeiten zeigt, welche geeignet sind, zu jener Anschauung hinzuführen, so war es geboten, einen Saurier zum Gegenstande der Untersuchung zu machen. Ich führte dieselbe im vergl. anat. Institute hiesiger Universität an der Halswirbelsäule der *Lacerta vivipara* aus; bevor ich jedoch auf das Ergebniss meiner embryologischen Untersuchung eingehe, scheint es mir erforderlich, das Verhalten der Halswirbelsäule erwachsener Saurier zu besprechen.

Die Vertheilung der Rippen an der Wirbelsäule der Saurier wird von Meckel¹⁾ folgendermassen charakterisirt:

„Die Zahl der Rippen ist bei den Sauriern gewöhnlich sehr ansehnlich, indem, mit Ausnahme der vordersten Wirbel, meistens alle vor dem Kreuzbein liegenden Wirbel damit versehen sind. Alle sitzen immer nur auf einem Wirbel, namentlich dem vordern Theile desselben. Die vordern sowohl als die hintern, letztere in weit grösserer Menge, liegen mit ihrem äussern Ende frei im Fleisch, die mittleren, meistens die geringere Anzahl, aber die bedeutend längsten, heften sich durch zum Theil sehr ansehnliche, die hintern unter ihnen selbst an Länge übertreffende Kuorpel, die vordern unmittelbar, die hinteren mittelbar, an das Brustbein“.

Cuvier²⁾ spricht sich hierüber in gleicher Weise aus, indem er sagt, bei den gewöhnlichen Sauriern (*Sauriens ordinaires*) seien stets der Atlas und

¹⁾ Meckel, Syst. d. vergl. Anat. Halle 1824. II. Th. 1. Abth. pag. 430 u. 431.

²⁾ Cuvier. Leçons d'anat. comp. Paris. 1835. T. I. pag. 215 u. 262.

der Epistropheus, häufig auch noch einer oder zwei der folgenden Wirbel rippenlos. Die Rippenpaare der drei oder vier nächsten Wirbel nehmen allmählich an Länge zu, ohne jedoch das Sternum zu erreichen; die folgenden Rippen verbinden sich in der Anzahl von vier bis acht durch knorpelige Bänder mit dem Brustbein; von hier bis zum Becken, seien alle Wirbel mit Rippen versehen.

Es ergibt sich aus dieser Schilderung, dass wir am proximalen ¹⁾ Abschnitte der Wirbelsäule drei Formen von Wirbeln zu unterscheiden haben: im Anschluss an den Kopf finden sich zunächst solche Wirbel, die keinerlei selbständige Rippen besitzen und daher als *vertebrae cervicales* — im engeren Sinne — bezeichnet werden können; auf diese folgt alsdann eine Anzahl von Wirbeln, deren Querfortsätze allerdings selbständige, frei bewegliche, gelenkig mit ihnen verbundene Rippen tragen, welche letztere jedoch keine Beziehungen zum Sternum eingehen, sondern frei zwischen den umgebenden Muskeln endigen; wir wollen diese Wirbel *vertebrae dorsocervicales* nennen; an diese reihen sich erst die *vertebrae dorsales*, welche mit demjenigen Wirbel beginnen, dessen Rippenpaar sich als erstes an das Brustbein ansetzt, und welche, sämtlich rippentragend, von hier bis zur Lumbalregion, oder, wo eine solche fehlt, bis zu den Sacralwirbeln reichen.

Eine jede dieser drei Formen wird innerhalb verschiedener Gattungen und Arten der Saurier durch eine sehr verschiedene Anzahl von Wirbeln repräsentiert. Dass die Zahl der cervicalen Wirbel eine sehr wechselnde ist, wird bereits durch eine Tabelle dargethan, welche Cuvier seiner Beschreibung beilegt. ²⁾ Unter „*vertèbres du cou*“ sind offenbar nur die cervicalen Wirbel verstanden und es schwankt ihre Zahl bei den in der Tabelle angeführten Arten zwischen zwei und sechs.

Zwei cervicale Wirbel sind angegeben bei: *Lézard vert ocellé* (*Lacerta ocellata*), ³⁾ *Leiolepis guttatus*, *Caméléon d'Égypte*, (*Chamaeleo vulgaris*?) *Orvet* (*Anguis fragilis*) *Acontias* und *Amphisbène enfumée* (*Amph. fuliginosa*); drei — bei: *Bimane canelée* (*Chirotes canaliculatus*), *Sheltopusik* (*Pseudopus Pallasii*) und *Ophisaurus ventralis*; vier — bei: *Stellion du Levant* (*Stellio vulgaris*), *Iguane ardoisée* (*Iguana tuberculata*) *Gecko à bandes* (*Sphaeriodactylus sputator*) u. A.; sechs — bei: *Monitor de Java* und *Dragon* (*Draco*).

1) Anmerk. Die Bezeichnungen proximal und distal gebrauche ich in dem von E. Rosenberg angegebenen Sinne, wonach dieselben sich auf „die in der Längsachse der Wirbelsäule dem Kopfe näher, resp. in weiterem Abstände von ihm liegenden Bestandtheile beziehen“. (E. Rosenberg Ueb. d. Entwickl. d. Wirbelsäule u. d. centrale carpi d. Menschen. Morphol. Jahrb. hrsg. v. Gegenbaur I. B. Leipz. 1876 pag. 87.) vergl. auch: Derselbe: Unters. üb. d. Occipitalregion d. Cranium einiger Säugethier. Dorpat 1884. pag. 6, 3)

2) Cuvier l. c. pag. 220.

3) Die eingeklammerten lateinischen Bezeichnungen sind der *Erpétologie generale* v. Dumeril u. Bibron, Paris 1835—39 entnommen.

Leider aber hat Cuvier die dorsocervicalen Wirbel nicht besonders gezählt, sondern sämtliche rippentragende Wirbel unter der Bezeichnung: „vertèbres du dos“ zusammengefasst. Auch wissen wir nicht, ob die Zählung an sorgfältig präparirten Objecten oder an macerirten Skeleten vorgenommen wurde, in welch' letzterem Falle etwaige unansehnliche Rippenrudimente leicht hätten verloren gehen können.

Blanchard¹⁾ hat die Skelete einiger Saurier abgebildet, und zwar ein solches von: *Chamaeleo africanus* (vulgaris)²⁾ — mit zwei cervicalen Wirbeln, von: *Gecko mauritanicus* und *Lacerta viridis* — mit drei, von: *Phrynosoma cornuta* und *Stellio vulgaris* — mit vier und von *Iguana tuberculata* und *Varanus aegypticus* — mit fünf. Doch vermissen wir auch hier eine Angabe darüber, wie die abgebildeten Skelete hergestellt wurden und überdies ist die Zählung der Wirbel in den Abbildungen — da ein erläuternder Text fehlt — nicht immer ganz sicher.

Ueber die Anordnung der Wirbel im Bereiche der Hals- und Brustregion machen für eine Anzahl von Sauriern Parker³⁾ und Ihering⁴⁾ genauere Mittheilungen. Ersterer bei Beschreibung des Schultergertüsts und des Brustbeins, Letzterer bei Besprechung der Spinalnerven. Die Angaben dieser Autoren sind als zuverlässig zu betrachten, weil sie sich auf solche Objecte beziehen, bei deren Präparation auf die Wirbel und deren Anhänge Rücksicht genommen worden ist. Das Gleiche gilt auch von einer einzelnen Mittheilung Günther's⁵⁾. Da ich nun im hiesigen vergl. anat. Institute gleichfalls Gelegenheit hatte, mehrere Wirbelsäulen aus verschiedenen Gattungen der Saurier zu präpariren, um die Anzahl der cervicalen und dorsocervicalen Wirbel festzustellen, so scheint es mir geboten, die Beobachtungen der genannten Autoren mit Berücksichtigung meiner eigenen Untersuchungen im Folgenden zusammenzustellen. Die Gruppierung der Wirbel ist durch Formeln, in der Art wie dieses durch E. Rosenberg⁶⁾ geschehen ist, ausgedrückt. Es werden hierbei die Wirbel durch Ziffern bezeichnet, welche der Stelle, die ein Wirbel in der Gesamtreihe einnimmt, entsprechen, die Regionen aber durch den ersten und letzten in ihnen enthaltenen Wirbel und ein danebenstehendes, auf die Form dieser Wirbel bezügliches Buchstabenzeichen; *cv* soll heissen: cervical, *dcv* — dorsocervical. Die dorsalen Wirbel sind nicht in die Formeln aufgenommen worden, weil aus der Angabe über den letzten dorsocervicalen Wirbel erhellt, der wievielte Wirbel der erste dorsale ist; die Gesamtzahl der letzteren ist

1) Blanchard. L'organisation du règne animal. Reptiles. Paris 1851—59. Livr. 1—7.

2) Dumeril et Bibron l. c.

3) Parker. Monograph. on the struct. and develop. of the Shoulder-girdle and Sternum in the Vertebrata publ. for the Ray Society 1868. pag. 100—126. Pl. IX—XI.

4) Ihering. D. periph. Nervensyst. d. Wirbelthiere. Leipzig 1878. pag. 88—106.

5) Günther. Contrib. to the Anat. of Hatteria. Philos. Transact. of the Royal Society of London. 1867.

6) E. Rosenberg. l. c. pag. 134 und 135.

aber hier von keinem directen Interesse. Die Reihenfolge der aufgeführten Arten soll aus Gründen, welche eine spätere Betrachtung ergeben wird, eine derartige sein, dass diejenige Art, welche die meisten Halswirbel und unter diesen die meisten cervicalen Wirbel besitzt, — die oberste, diejenige aber, welche die geringste Zahl der genannten Wirbel aufweist — die unterste Stelle in der Reihe einnimmt. Diese Extreme sollen durch andere Formen derart verbunden werden, dass eine fortlaufende morphologische Reihe gewonnen wird:

- (1) (I—VI) cv. (VII—IX) dev.
- (2) (I—VI) „ (VII—VIII) „
- (3) (I—V) „ (VI—VIII) „
- (4) (I—IV) „ (V—VIII) „
- (5) (I—III) „ (IV—VIII) „
- (6) (I—III) „ (IV—V) „

Die Formel (1) wird repräsentirt durch: *Varanus bivittatus* (eig. Beob.)

Die Formel (2) — durch: *Monitor Dracaena* (Park. pag. 116).

Die Formel (3) — durch: *Draco lineatus* (Jh. pag. 100). — *Varanus bivittatus* (Jh. pag. 92).

Die Formel (4) — durch: *Laemactus longipes* (Park. pag. 110). — *Galeotes cristatellus* (Jh. pag. 101). — *Polychrus marmoratus* (Jh. pag. 103). ¹⁾ — *Iguana tuberculata* (Jh. pag. 105 u. eig. Beob.) — *Phrynosoma orbiculare* (Jh. pag. 106). — *Stellio cordylinus* (Park. pag. 119). — *Uromastix spinipes* (eig. Beob.)

Die Formel (5) — durch: *Lacerta agilis* (Jh. pag. 93 u. eig. Beob.) — *Platy-dactylus murorum* (Jh. pag. 90). — *Platydictylus guttatus* (Jh. pag. 91 u. eig. Beob.) — *Hemidactylus triedrus* (Jh. pag. 91). — *Ameiva* (Jh. pag. 95). — *Zonurus* (*Cordylus*) (Jh. pag. 96). — *Lygosoma smaragdinum* (Jh. pag. 97). — *Seps chalcidis* (Jh. pag. 97). — *Agama atra* (Jh. pag. 102). — *Doryphorus azureus* (Jh. pag. 106). — *Hatteria* (Günther l. c.) — *Cyclodus nigroluteus* (Park. pag. 111). — *Lacerta viridis* (eig. Beob.) — *Lacerta vivipara* (eig. Beob.) — *Hemidactylus Quaden-sis* (eig. Beob.) — *Trachysaurus rugosus* (eig. Beob.) — *Trachysaurus asper* (eig. Beob.)

Die Formel (6) — durch: *Chamaeleo verrucosus* (Jh. pag. 89). — *Chamaeleo africanus* ²⁾ (Jh. pag. 89). — *Chamaeleo scutatus* (eig. Beob.) — *Chamaeleo bilepis* (eig. Beob.).

Was die hier angeführten Arten der Gattung *Lacerta* anlangt, so steht sowohl Ihering's wie auch meine Angabe im Widerspruch mit derjenigen, welche von Leydig³⁾ über den gleichen Gegenstand gemacht wird. Leydig

¹⁾ Bei *Polychrus marmoratus* befand sich am 4. Wirbel „an der bei den nächstfolgenden Wirbeln durch die Rippe eingenommenen Stelle ein Sehnenstrang, der in seinem proximalen Theile ossificirt war“. Ihering l. c. pag. 103).

²⁾ Bei Parker finde ich einen *Chamaeleo vulgaris* (nach Duméril und Bibron = *Ch. africanus*) beschrieben und abgebildet, bei welcher an der einen Seite die Vertheilung der Rippen die gleiche ist, wie bei den von Ihering und von mir untersuchten Chamaeleonten, an der andern Seite aber die Rippe des 4. Wirbels sich mittels eines bindegewebigen Stranges an das Sternum anheftet, während die nächste Rippe wieder frei endigt. (Parker l. c. pag. 122. Pl. XI).

³⁾ Leydig. Die in Deutschland lebenden Arten d. Saurier. Tübingen 1872, pag. 57.

sagt nemlich in Bezug auf die Wirbelsäule der Eidechsen im Allgemeinen: „Die Halsrippen beginnen am ersten Wirbel hinter dem Epistropheus, also am dritten Halswirbel“. Indessen habe ich mit besonderer Berücksichtigung dieses Punctes je ein Exemplar von *Lac. viridis* und *Lac. agilis* und drei von *Lac. vivipara*¹⁾ präparirt, und fünf weitere Exemplare der letztgenannten Species in Schnittserien untersucht, ohne am dritten Wirbel ein bewegliches Rippenrudiment zu finden. Nur an einem auf Schnitten untersuchten Exemplar zeigten die Querfortsätze des dritten Wirbels eine Form, welche annehmen liess, dass hier eine reducirte Rippe mit dem Querfortsatze verwachsen sei. Trotz dieses Widerspruches gegen Leydig erscheint es mir verständlich, wie dieser Autor zu seiner Angabe gelangt ist. Es sitzen nemlich die Rippen dem Querfortsatze in der Nähe des proximalen Randes des zugehörigen Wirbels an und bei der Kleinheit des Objectes kann daher leicht die Täuschung zu Stande kommen, als gehöre die Rippe zu dem nächst proximal folgenden Wirbel. Trägt man jedoch die einzelnen Wirbel einer präparirten Wirbelsäule nacheinander ab, oder untersucht man das intacte Object in continuirlichen Schnittserien, so kann man die rein cervicale Beschaffenheit des dritten Wirbels constatiren. Zur Erläuterung des Gesagten bilde ich in Fig. I das präparirte Skelet des Thorax und der Halswirbelsäule einer erwachsenen *Lacerta vivipara*, in Fig. II. einen in der Höhe der Querfortsätze durch den dritten Wirbel eines erwachsenen Thieres gelegten Querschnitt ab.

Geht man nun bei der Vergleichung der im Obigen angeführten Formen von der durch E. Rosenberg²⁾ im Gegensatze zu Welcker³⁾ und Ihering⁴⁾ vertretenen Anschauung aus, dass diejenigen Wirbel einander speciell homolog seien, welche die gleiche Stelle in der Reihe der gesammten Wirbel einnehmen, so gewahrt man, dass die einander speciell homologen Wirbel sich häufig in den verschiedenen Wirbelsäulen sehr verschieden verhalten.

Wir wollen, um uns hiervon zu überzeugen, die Wirbel einzeln ins Auge fassen und, von der untersten Formel (6) zur obersten (1) aufsteigend, zusehen, welche Stelle der einzelne Wirbel einnimmt. Der IX. Wirbel befindet sich bei sämmtlichen, hier zu erörternden Formen mit Ausnahme derer, welche der Formel (1) folgen, unter den dorsalen Wirbeln; in (1) aber stellt er den letzten dorsocervicalen vor. Der VIII. und der VII. Wirbel gehören bei den die Formel (6) repräsentirenden Arten zu den dorsalen Wirbeln, bei sämmtlichen anderen hier erwähnten stehen sie in der Reihe der dorsocervicalen [cf. Formel (1)–(5)].

1) Zwei derselben verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Dr. M. Braun.

2) E. Rosenberg. l. c. pag. 103–107.

3) Welcker. Die neue anat. Anstalt zu Halle. Arch. f. Anat. u. Entwicklungsgesch. hrsg. v. His u. Braune. Jahrg. 1881. Leipz. pag. 174 u. f.

4) Ihering l. c.

Der VI. Wirbel, der bei denjenigen Sauriern, deren Halswirbelsäule durch die Formel (6) ausgedrückt ist, unter den dorsalen steht, wird in (5), (4) und (3) als dorsocervicaler, in (2) und (1) aber als letzter cervicaler Wirbel angetroffen. Der V. und der IV. Wirbel repräsentiren in Formel (6) die beiden einzigen, in (5) die ersten zwei dorsocervicalen Wirbel; in Formel (4) tritt der IV. in (3) auch noch der V. Wirbel unter die cervicalen, um in (2) und (1) in der Reihe derselben vorzurücken. Es werden somit der IX., VIII., VII., V. und IV. Wirbel in zweierlei Form, der VI. Wirbel aber in drei verschiedenen Zuständen angetroffen, und zwar: der IX., VIII. und VII. als dorsale und dorsocervicale Wirbel, der VI. als dorsaler, dorsocervicaler und cervicaler, der V. und IV. als dorsocervicale und cervicale Wirbel.

Will man nun die Anschauung gelten lassen, nach welcher die verschiedenen soeben betrachteten Organisationsverhältnisse auf einen gemeinsamen Ursprung zurückzuführen sind, von welchem aus sie sich entwickelt haben, so wird man zu der Annahme genöthigt, dass sich an den einzelnen, einander speciell homologen Wirbeln im Laufe der phylogenetischen Entwicklung ein Umwandlungsprocess geltend gemacht habe. Da nun aber nicht angenommen werden kann, dass am Skelete eines Wirbelthieres, das relativ so hoch differenzirt ist, wie ein Saurier, aufs Neue Rippen gebildet würden, ein Schwinden bereits vorhandener Rippen dagegen wohl denkbar ist, so sind wir berechtigt, bei einem Saurier einen rippentragenden Wirbel für primitiver zu erklären als einen ihm speciell homologen, der keine Rippen besitzt.

Andererseits kann es nach den Untersuchungen von Rathke¹⁾ und Goette²⁾ für erwiesen gelten, dass bei den Sauriern das Brustbein im Zusammenhange mit den Rippen des proximalen Abschnittes der Brustregion angelegt wird. Goette³⁾ ist es sogar gelungen, den gleichen Entwicklungsmodus — entgegen den Angaben Rathke's — auch für das Brustbein von *Anguis fragilis*, das beim erwachsenen Thiere mit den Rippen nicht in Verbindung steht, festzustellen und sich davon zu überzeugen, dass das eine Rippenpaar, welches sich hier allein am Aufbau des Brustbeins betheiligt, seine Beziehung zu dem letzteren im Laufe der weiteren Entwicklung aufgibt. Auf Grund dieser Untersuchungen erscheint es gerechtfertigt, wenn wir von Rippen, welche einem an der Grenze zwischen der Hals- und Brustregion gelegenen Wirbel angehören, eine solche, die im entwickelten Zustande mit dem Brustbein in Verbindung steht, für primitiver halten als eine ihr speciell homologe, die mit demselben nicht zusammenhängt.

1) Rathke. Ueb. d. Bau u. d. Entwickel. d. Brustbeins d. Saurier. Königsberg 1853.

2) Goette. Beitr. z. vergl. Morphol. d. Skelettsyst. d. Wirbelth. Arch. f. mikroskop. Anat. XIV. B. pag. 507—536.

3) Goette. I. c. pag. 528 u. 531. Vergl. Taf. XXX, Fig. 7—9.



Unter den drei Formen von Wirbeln, welche wir bei den Sauriern am proximalen Abschnitte der Wirbelsäule unterscheiden, würde dem Gesagten zufolge ein erster dorsaler Wirbel für relativ primitiver anzusehen sein als ein ihm speciell homologer dorsocervicaler und würde ein solcher wieder für primitiver gelten müssen als ein ihm speciell homologer cervicaler Wirbel.

Es wäre mithin diejenige Wirbelsäule die primitivste, welche die geringste Zahl von cervicalen Wirbeln aufweist; eine Vermehrung der cervicalen Wirbel aber wäre der Ausdruck einer höheren Differenzirung. Es können daher die Befunde an den verschiedenen Wirbelsäulen als die Resultate eines Entwicklungsvorganges aufgefasst werden, der eine Vermehrung der cervicalen Wirbel und eine damit Hand in Hand gehende, distalwärts gerichtete Verschiebung der Grenze zwischen der cervicalen und der dorsalen Region zur Folge hat. Ein solcher Vorgang kann aber nur in einer Umwandlung von Rückenwirbeln in Halswirbel bestehen und so gedacht werden, dass innerhalb a priori nicht näher anzugebender, erst durch die Untersuchung festzustellender Grenzen, dorsale Wirbel in dorsocervicale und solche in cervicale Wirbel umgewandelt werden.

In der von mir benutzten Literatur finden sich einige wenige Formen angeführt, bei welchen das Verhältniss zwischen der Anzahl der cervicalen Wirbel und derjenigen der dorsocervicalen ein solches ist, dass die sich ergebende Formel in der auf S. 11. zusammengestellten morphologischen Reihe keine Aufnahme finden konnte. Ich führe dieselben daher mit den zugehörigen Formeln erst hier auf:

Es sind: (I—V) cv (VI—IX) der bei: *Stellio cordylinus* (Jh. pag. 102)¹⁾
 „ (I—IV) „ (V—VI) „ *Iguana tuberculata* (Park. pag. 107)
 „ (I—II) „ (III—VIII) „ *Trachydosaurus rugosus* (Park. pag. 113).

Das Vorhandensein solcher Formen, bei denen die cervicalen Wirbel im Vergleich zu den dorsocervicalen in sehr grosser (*Stellio*, *Iguana*) oder aber in sehr geringer Anzahl (*Trachydosaurus*) vertreten sind, spricht keineswegs gegen die im Vorhergehenden gemachten Voraussetzungen. Die beiden Phasen jenes gedachten, an den Wirbeln sich abspielenden Umformungsprocesses: die Umwandlung von dorsalen Wirbeln in dorsocervicale einerseits, und der Uebergang von dorsocervicalen in cervicale andererseits, können sich an den einzelnen Wirbelsäulen ungleich rasch vollzogen haben; so könnte bei der einen Form die Bildung der dorsocervicalen, bei der anderen diejenige der cervicalen Wirbel mehr in den Vordergrund treten.

1) Anmerk. Bei *Stellio cordylinus* fand sich am 5. Halswirbel ein den Rippen des folgenden Wirbels ähnlicher „aber mit dem Wirbel verwachsener Rippenstummel“ (Jhering l. c. pag. 102) Der genannte Wirbel ist daher zu den cervicalen zu rechnen.

Zu Gunsten der Annahme, dass cervicale Wirbel durch eine allmählich und stufenweise fortschreitende Umformung aus dorsalen Wirbeln hervorgegangen seien, scheint auch das Verhalten der freien, den dorsocervicalen Wirbeln angehörenden Rippen zu sprechen. In der Regel stehen die Rippen des letzten dorsocervicalen Wirbels denen der ersten dorsalen an Länge nur wenig nach, indem sie mit ihren knorpeligen Spitzen nahezu an das Brustbein heranreichen; sie haben gleich jenen die Form schlanker cylindrischer Knochenstäbe. Zum proximalen Ende der Wirbelsäule hin nehmen die Rippen jedoch allmählich und gleichmässig an Länge ab, sodass die am ersten dorsocervicalen Wirbel befindliche die kürzeste ist, gleichzeitig mit der Verkürzung tritt eine Verbreiterung der Rippen und ihrer knorpeligen Endabschnitte sowie eine Abplattung derselben ein, sodass ihre Gestalt immer mehr zu einer flügel- oder schaufelförmigen wird.¹⁾ Bei Betrachtung dieser Verhältnisse gewinnt man die Anschauung, als fielen die Rippen, nachdem sie die Verbindung mit dem Brustbein aufgegeben, einer allmählichen, aber stäten Reduction anheim, welche sich an der einzelnen Rippe um so mehr geltend machte, je weiter proximal der sie tragende Wirbel gelegen ist.

Auf Grundlage der im Obigen entwickelten, aus der Vergleichung gewonnenen Anschauung war nun die Frage zu untersuchen, ob sich aus der Entwicklungsgeschichte Thatsachen beibringen liessen, welche die Annahme jenes Umwandlungsprocesses rechtfertigten; es fragte sich, ob ein solcher Vorgang, d. h. also eine Umwandlung von dorsalen Wirbeln in dorsocervicale und von solchen in cervicale Wirbel an Sauriern im Laufe der individuellen Entwicklung nachzuweisen sei?

Zur Beantwortung dieser Frage führte ich die embryologischen Untersuchungen aus, deren Ergebnisse im Folgenden mitgeteilt werden sollen. Ein entscheidendes Resultat wäre am ehesten bei solchen Formen zu erwarten gewesen, welche eine verhältnissmässig grosse Zahl von cervicalen resp. dorsocervicalen Wirbeln aufweisen, weil nach dem oben Gesagten angenommen werden konnte, dass bei diesen der vorausgesetzte Umformungsprocess sich relativ rasch vollzogen habe, und die einzelnen Wirbel daher um so eher auf einer gewissen Stufe der Entwicklung ihre ursprüngliche Beschaffenheit verrathen würden. Indessen stand mir nur von einer Form, die mit drei cervicalen Wirbeln ausgestattet ist, nemlich von *Lacerta vivipara* ein embryologisches Material zu Gebote, weshalb sich auch meine Untersuchungen nur auf diese Species beziehen.

1) Anmerk. Am deutlichsten habe ich diese allmähliche Verkürzung und Abplattung der freien Rippen bei den Gattungen *Platyductylus*, *Hemidactylus*, *Plestiodon* und *Trachysaurus*, sehr deutlich ausgesprochen auch bei den Lacerten gefunden; eine Ausnahme von der Regel machen in dieser Beziehung meines Wissens nur die *Chamaeleonten*, bei denen die beiden einzigen freien Rippen den Brustbeinrippen sehr ähnlich sehen.

Bei der erwachsenen *Lacerta vivipara* sind, wie bereits gesagt, der erste, zweite und dritte Wirbel cervical, der vierte bis achte dorsocervical, fünf Wirbel (der neunte bis dreizehnte) heften sich mit ihren Rippen an das Brustbein. Von besonderem Interesse für die embryologische Untersuchung waren nun diejenigen Wirbel, welche die letzte Stelle in der Reihe der ihnen gleichgearteten Wirbel einnehmen, weil man diese, gemäss der zu Grunde gelegten Anschauung als die am spätesten umgewandelten ansehen durfte; es waren demnach der letzte cervicale und der letzte dorsocervicale, bei der *Lacerta vivipara* also der dritte und der achte Wirbel, welche zum Gegenstande der Untersuchung gemacht werden mussten. In Bezug auf den dritten Wirbel geht aus der auf S. 11 angeführten morphologischen Reihe hervor, dass derselbe bei sämtlichen dort aufgeführten Formen cervical ist; da jedoch sowohl bei Parker (s. S. 14) wie auch bei Cuvier (s. S. 9) solche Saurier erwähnt werden, bei denen der dritte Wirbel ein dorsocervicaler ist, und da weiter dieser Wirbel bei den Crocodilinen,¹⁾ die ja den Sauriern nahe stehen, constant, bei den Ophidiern²⁾ aber in der Regel mit Rippen versehen ist, so kann für diejenigen Saurier, deren dritter Wirbel cervical ist, vorausgesetzt werden, dass derselbe bei ihnen aus einem dorsocervicalen hervorgegangen sei. Es war daher zu prüfen, ob am dritten Wirbel der *Lacerta vivipara* ein Rippenpaar zur Anlage komme. In Betreff des achten Wirbels dieses Sauriers aber ergibt sich aus der auf S. 11 zusammengestellten morphologischen Reihe, dass sein Homologon in einem dorsalen Wirbel zu suchen sei und es konnte somit erwartet werden, dass die Rippen dieses Wirbels bei Embryonen von *Lacerta vivipara* mit dem Brustbein in Verbindung ständen.

Es wurden solche Embryonen untersucht, deren Skelet noch durchweg eine knorpelige Beschaffenheit hatte und deren Integument entweder glatt oder doch nur mit ganz zarten Anlagen von Schuppen bekleidet war. Da alle Embryonen stark gekrümmt waren, so war eine Messung derselben nicht wohl möglich; doch konnte ich dieselben auf Grund einiger Verschiedenheiten, welche

1) Cuvier l. c. pag. 214, 221, 262.

Meckell l. c. pag. 429, 432.

Siebold und Stannius, Handb. d. Zoologie. II. Th. 2. Buch, Berlin 1856 pag. 25.

2) Cuvier l. c. pag. 221.

Meckell l. c. pag. 403, 405.

Siebold und Stannius, l. c. pag. 19.

sie in ihrem gesammten Habitus erkennen liessen, nach dem Grade ihrer Entwicklung in vier aufeinanderfolgende Stadien rubriciren.

Bei den jüngsten Embryonen waren die Augen noch stark hervorgewölbt, das Mittelhirn prominirte in Form zweier Halbkugeln und die Fingerbildung war eben erst angedeutet; bei den ältesten hatte der Kopf die gleiche Form wie beim erwachsenen Thiere und waren die Finger sämmtlich wohl ausgebildet. Die Länge des Kopfes betrug vom Ohr bis zur Nasenspitze gemessen: bei den jüngsten Embryonen 2—2½ mm., bei den ältesten — 4½—5 mm.

Die in Chromsäure gehärteten Embryonen wurden theils mit Carmin, theils mit Hämatoxylin gefärbt, in Celloidin eingebettet, und mit einem modificirten Rivet'schen Mikrotom, in continuirliche Schnittserien zerlegt. Die Schnitte wurden meist senkrecht zur Längsachse der Wirbelsäule geführt, doch kam auch die frontale Schnittrichtung zur Anwendung.

Durch die Combination einer Serie von Querschnitten kann man sich sicher über die vorliegenden Verhältnisse orientiren: Vom proximalen Ende der Wirbelsäule ausgehend, gewahrt man zunächst in einer Anzahl von Schnitten den Atlas in seiner Beziehung zum Hinterhauptshöcker und zum Zahne des Epistropheus und gewinnt so einen sichern Ausgangspunct für die weitere Combination und für die Zählung der Wirbel. Die Wirbelkörper erscheinen an ihrem proximalen Ende breit und mit deutlichen Querfortsätzen versehen, verjüngen sich jedoch an ihrem distalen Ende, wo ihr Querschnitt sich mehr der Kreisform nähert. Indem so in der Reihe der Querschnitte auf das verjüngte Ende des einen Wirbelkörpers sogleich der breiteste Theil des nächst distal gelegenen folgt, kann die Grenze zwischen den einzelnen Wirbeln mit grosser Sicherheit angegeben und ein Irrthum in der Zählung derselben leicht vermieden werden. — Die Rippen erscheinen auf dem Querschnitte als rundliche Knorpelstücke, welche anfangs den Querfortsätzen angelagert sind; je weiter man aber in der Schnittserie distalwärts fortschreitet, um so mehr entfernt sich der Querschnitt der Rippe von demjenigen des zugehörigen Wirbelkörpers, indem der erstere wegen des schrägen Verlaufes der Rippen immer weiter ventral- und lateralwärts fort-rückt. Die Querschnitte der freien Rippen schwinden wieder, nachdem sie in einer Reihe von Schnitten sichtbar gewesen sind; diejenigen der wahren Rippen aber rücken so lange in der angegebenen Richtung fort, bis sie sich mit den Querschnitten der zugehörigen, mit dem Brustbein verbundenen Knorpel vereinigen. Diese letzteren sondern sich als rundliche Knorpelstücke vom Querschnitte des Brustbeins ab, dessen Hälften bei den jüngeren Embryonen noch getrennt, bei den älteren zum Theil verwachsen sind, und rücken in den folgenden Schnitten, entsprechend der Richtung, in welcher die Rippenknorpel die Brustwand durchziehen, lateral- und dorsalwärts den Querschnitten der zugehörigen Rippen entgegen, bis sie diesen begegnen und mit ihnen zusammenfliessen. Es lässt sich somit aus der Combination einer Serie von Querschnitten mit

Sicherheit erkennen, welche Wirbel mit Rippen versehen sind und welches Rippenpaar als erstes mit dem Brustbein in Verbindung steht; damit aber ist auch die Zahl der cervicalen und dorsocervicalen Wirbel im gegebenen Falle bestimmt.

Ueber die Anzahl der cervicalen Wirbel kann man übrigens noch leichter aus der Combination von Frontalschnitten Aufschluss erlangen, da hier die Rippen in grösserer Ausdehnung getroffen und ihre Beziehungen zu den Querfortsätzen der zugehörigen Wirbel noch deutlicher sichtbar werden.

Der grösseren Sicherheit wegen begnügte ich mich bei der Combination der Schnittserien nicht damit die Schnitte direct zu vergleichen; es wurde vielmehr ein jeder Schnitt zuerst bei schwacher Vergrösserung mittels der camera lucida skizzirt; alsdann wurde die Ausdehnung und Begrenzung der einzelnen, im Schnitte enthaltenen Knorpelfelder bei starker Vergrösserung genau bestimmt und die Deutung der einzelnen Knorpel in der Skizze notirt; hierauf combinirte ich die Reihe der Skizzen.

Die wesentlichsten der angefertigten Schnittserien, wie auch die präparirten Skelette wurden der Sammlung des vergl. anatomischen Institutes einverleibt.

Das Verhalten des achten Wirbels wurde an sechs Embryonen, von denen drei dem ersten, je einer jedem folgenden Stadium angehörten, und zwar nur in Serien von Querschnitten, geprüft, da sich aus der Combination der letztern die fraglichen Verhältnisse mit weit grösserer Sicherheit ermitteln lassen, als aus der Combination von Frontalschnitten.

Der Befund entsprach an den von mir untersuchten Embryonen nicht den gemachten Voraussetzungen; denn in allen Fällen stand das Rippenpaar des neunten Wirbels als erstes mit dem Brustbein in Verbindung und endigten die Rippen des achten Wirbels frei.

Dieser negative Befund kann uns jedoch nicht veranlassen, die Annahme, dass der achte Wirbel der *Lacerta vivipara* aus einem dorsalen hervorgegangen sei, als irrig zu verwerfen. Es liegt die Möglichkeit vor, dass ein Zusammenhang zwischen den Rippen dieses Wirbels und dem Brustbein an Embryonen, welche noch früheren Entwicklungsstufen angehören als die von mir untersuchten, sich werde nachweisen lassen.

Um diese Behauptung zu begründen, will ich hier auf eine Beobachtung hinweisen, welche Goette¹⁾ in seiner vorhin citirten Arbeit mitgetheilt hat. Es handelt sich um einen Embryo eines *Cnemidophorus*, an welchem die letzte freie Rippe und der vor der Ansatzstelle der ersten wahren Rippe gelegene Theil des Brustbeins ein Verhalten zeigten, welches den genannten Autor zu der Annahme veranlasste, dass jene Halsrippe einmal mit dem Sternum in

1) Goette l. c. pag. 511 et seq. Fig. 1-4 (Taf. XXX).

Verbindung gestanden habe. Das letztere befand sich bei diesem Embryo noch auf einer sehr frühen Stufe der Entwicklung, indem nur eine einzige Rippe sich am Aufbaue der betreffenden Hälfte des Brustbeins theilte. Die älteren von Goette untersuchten Embryonen von *Cnemidophorus* liessen die ursprüngliche Beziehung der letzten freien Rippe zum Sternum um so weniger deutlich erkennen, je mehr Rippen an der Brustbeinbildung theilnahmen, sodass an dem ältesten Embryo, welcher die volle Anzahl von fünf wahren Rippen besass, von jener Beziehung nichts mehr zu sehen war. Die jüngsten der von mir untersuchten Embryonen von *Lacerta vivipara* aber wiesen bereits sämtlich drei wahre Rippenpaare auf. Aus der Combination der Schnitte ging hervor, dass bei ihnen eine jede der beiden noch weit von einander entfernten Brustbeinhälften eine längliche Knorpelplatte darstellte, die mit ihrem proximalen Rande dem Coracoide anlag und deren verjüngtes distales Ende in den letzten der drei mit ihr verbundenen Rippenknorpel überging, während der Knorpel einer vierten Rippe sich demselben dicht anlagerte. Genau so verhält sich auch das Brustbein des bei Goette in Fig. 2 abgebildeten *Cnemidophorus*, bei welchem die Beziehung zwischen dem Sternum und der letzten freien Rippe nicht mehr deutlich wahrzunehmen ist. Ich glaube hieraus schliessen zu können, dass auch die jüngsten von mir untersuchten Embryonen auf einer zu hohen Entwicklungsstufe standen um das erwartete Resultat zu ergeben; leider wurde ich durch äussere Umstände daran verhindert, noch jüngere Embryonen hierauf zu untersuchen.

Dass es überhaupt Fälle geben kann, in welchen die Rippen des achten Wirbels der *Lacerta vivipara* als wahre Rippen angelegt werden, dafür sehe ich einen Beleg in der Thatsache, dass an einem der von mir präparirten erwachsenen Exemplare an der einen Seite die Rippe des besagten Wirbels sich genau in der gleichen Weise wie diejenigen der dorsalen Wirbel mit ihrem Knorpel an das Brustbein inserirte, mithin auf dieser Seite sechs wahre Rippen gezählt wurden. Zieht man dabei in Betracht, dass ich unter drei Exemplaren — denn nur so viele habe ich präparirt — bereits an einem diesen Befund erhielt, so wird man zugeben, dass die Häufigkeit eines solchen Vorkommnisses keine ganz geringe sein kann.

In dieser Hinsicht ist auch die von Parker gemachte, auf S. 11, in Anmerk. 2 erwähnte Beobachtung am *Chamaeleo vulgaris* von Wichtigkeit.

Sollte aber auch eine spätere Untersuchung, welche sich auf alle Stadien der Entwicklung bezieht, ergeben, dass der achte Wirbel stets als dorsaler angelegt wird, so könnte man sich denken, dass dieser Wirbel bei der *Lacerta vivipara* seit so langer Zeit bereits den dorsocervicalen angehört, dass er seinen ursprünglichen dorsalen Charakter auch auf einer relativ frühen Entwicklungsstufe entweder gar nicht, oder doch nur ausnahmsweise erkennen lässt. Beispiele,

welche die allmähliche Unterdrückung eines früher existirt habenden Organisationsverhältnisses illustriren, werden in der Literatur angetroffen.

In Bezug auf den dritten Wirbel ergab die Untersuchung folgende Resultate:

Bei Embryonen der ersten und zweiten Entwicklungsstufe, deren sechs untersucht wurden, fand sich constant am dritten Wirbel ein sehr ansehnliches Rippenpaar.

Die Fig III und IV. sollen das Verhalten dieses Rippenpaares an einem in Querschnitte zerlegten Embryo vom zweiten Stadium anschaulich machen. Der in Fig. III abgebildete Querschnitt ist durch den proximalen Theil des dritten Wirbels, dicht unterhalb der Querfortsätze desselben, geführt. Der Wirbelkörper stellt mit den Bögen einen das Rückenmark umgreifenden Knorpelring dar, welcher in seinem ventralen, die Chorda dorsalis einschliessenden Theile die grösste Dicke hat, in seinem dorsalen verjüngten Abschnitte aber nicht geschlossen ist. Zu beiden Seiten des ventralen, vom Wirbelkörper gebildeten Theiles dieses Ringes sehen wir je ein rundliches, ziemlich scharf begrenztes Knorpelstück liegen; die Combination der Schnitte nun macht es zweifellos, dass diese Knorpelstücke als Querschnitte zweier dem dritten Wirbel angehörender Rippen zu deuten sind. Dieselben verhalten sich jedoch in dem abgebildeten Schnitte nicht beiderseits gleich: das Knorpelstück der einen Seite liegt nemlich dem Querschnitte des Wirbels sehr nahe und ist mit diesem durch eine ansehnliche Lage eines aus dicht aneinanderliegenden spindelförmigen Zellen bestehenden Gewebes verbunden, welches letztere durch Hämatoxylin und Carmin in ähnlicher Weise wie der Knorpel, jedoch weniger intensiv als dieser gefärbt wird und in der Figur durch eine leichte Schraffirung bezeichnet ist. Dass dieses die Rippe mit dem Wirbel verbindende Gewebe kein Knorpel ist, lässt sich übrigens schon daraus ersehen, dass auch alle folgenden, unstreitig selbständigen Rippen durch das gleiche Gewebe mit den zugehörigen Wirbeln in Verbindung stehen.

Auf der andern Seite des Wirbels ist das Knorpelstück weiter lateral gelegen und in weniger innigem Zusammenhange mit dem Wirbel. Nach dem was im Allgemeinen über das Verhalten der Rippen auf Querschnitten gesagt wurde, erklärt sich diese Ungleichheit daraus, dass der Schnitt nicht genau senkrecht zur Längsachse der Wirbelsäule geführt ist, sondern ein wenig schräg verläuft, und deshalb auch die beiden Rippen nicht an symmetrischen Stellen getroffen hat. Gehen wir in der gleichen Serie um zwei Schnitte weiter distalwärts, so erhalten wir ein Bild, wie es in Fig. IV wiedergegeben ist. Hier hat der Schnitt den Körper und die Bögen des dritten Wirbels in einer Gegend getroffen, wo dieselben sich an der Bildung des foramen intervertebrale theiligen, weshalb die dorsalen Abschnitte der Wirbelbögen, welche einander hier eng be-

rühren, beiderseits durch eine breite Lücke vom Wirbelkörper geschieden sind, und wir sehen, dass hier die Querschnitte beider Rippen sich von demjenigen des Wirbels weit entfernt haben, indem sie weiter lateral und zugleich ein wenig ventral gerückt sind. Uebrigens macht sich die gleiche Asymmetrie wie an dem zuerst beschriebenen Schnitte, auch hier geltend, indem sich der eine Rippenquerschnitt weiter vom Wirbel entfernt hat, als der andere. Nachdem so die Querschnitte der Rippen in den folgenden Schnitten noch eine Strecke weit in der angegebenen Richtung fortgerückt sind, verschwinden sie plötzlich, woraus zu ersehen ist, dass diese Rippen an ihrem Ende frei sind. Auch darin stimmen sie mit den folgenden freien Rippen überein, dass ihr Querschnitt, bevor er schwindet, entsprechend der oben geschilderten Abplattung des freien Rippenendes, eine länglich schmale Gestalt annimmt. Aus der Zahl der Schnitte, in welchen dieses Rippenpaar überhaupt sichtbar ist, lässt sich, da die Dicke der Schnitte bekannt ist, ein Schluss auf die Länge derselben ziehen; ich habe es bei Embryonen dieses Stadiums etwa halb so lang gefunden, wie das folgende, dem vierten Wirbel gehörige, persistirende Rippenpaar.

Sehr deutlich lässt sich auch die Existenz eines Rippenpaares am dritten Wirbel erkennen, wenn man den Embryo in eine Serie von Frontalschnitten zerlegt. In Fig. V ist ein solcher Frontalschnitt durch die fünf ersten Wirbel eines Embryo vom zweiten Stadium abgebildet. Da das Object in proximodistaler Richtung sehr stark gekrümmt war, und die Wirbel daher auch nicht in derselben Frontalebene lagen, so sind dieselben auch nicht in gleicher Weise vom Schnitte getroffen worden: Der dritte Wirbel und der Körper des Epistropheus sind ziemlich genau in ihrer Mitte durchtrennt, was man daraus ersieht, dass die in ihnen enthaltene Chorda der Länge nach angeschnitten ist. Die weiter proximal und distal gelegenen Theile dagegen sind näher zu ihrer dorsalen Oberfläche getroffen, weshalb sowohl in dem zukünftigen Zahne des Epistropheus, welcher hier durch dichtes Zellgewebe mit dem Körper verbunden ist, wie auch im vierten und fünften Wirbel die Chorda unter einer dünnen Knorpellage durchschimmert; die Knorpelstücke (I, D), welche beiderseits neben dem Zahne des Epistropheus liegen, stellen die quer durchschnittenen Seitentheile des Atlas vor. Die Rippen des dritten, vierten und fünften Wirbels sind ihrer Länge nach angeschnitten und präsentiren sich im Längsschnitte als schmale Knorpelstreifen; links, wo die Rippen in nächster Nähe der Wirbel getroffen sind, werden sie mit den letzteren durch das, bei Besprechung des Querschnittes geschilderte, zellenreiche Gewebe verbunden; rechts sind die weiter von den Wirbeln abliegenden Theile der Rippen sichtbar.

An den Embryonen der dritten und vierten Entwicklungsstufe, deren je drei untersucht wurden, konnten in vier Fällen

Spuren eines dem dritten Wirbel angehörnden Rippenpaares nachgewiesen werden, während in zwei Fällen von einem solchen gar nichts vorhanden war.

In Fig. VI bilde ich einen Frontalschnitt durch einen Embryo vom vierten Stadium ab. Der Schnitt hat auch hier wegen der starken Krümmung des Objectes nur einen Wirbel, nemlich den dritten, in seiner ganzen Ausdehnung getroffen; proximal von diesem sind Theile des Epistropheus und des Atlas, distal von ihm solche des vierten Wirbels sichtbar. Von den Querfortsätzen des dritten Wirbels sehen wir beiderseits je einen scharf begrenzten Bindegewebzug ausgehen, der sich von hier distal- und lateralwärts in der gleichen Richtung hinzieht, welche in Fig. V von den Längsschnitten der Rippen eingehalten wird. Auf der einen Seite nun findet sich an einem jeden Ende dieses bindegewebigen Stranges je ein kleines Knorpelstückchen (Rr) von unregelmässig rundlicher Gestalt. Das eine von diesen liegt dem Querfortsatze des Wirbels dicht an und ist durch zellenreiches Gewebe mit demselben verbunden, das andere erscheint dem Bindegewebzuge dort, wo derselbe in das umgebende Gewebe ausläuft, angehängt. Die Combination der Schnitte ergibt mit Sicherheit, dass es sich hier nicht etwa um eine zusammenhängende, wegen ihrer Krümmung aber zweimal durchschnittenen Rippe, sondern um ganz isolirte Knorpelstücke handelt. Es können diese letzteren nur als Ueberreste einer im Schwinden begriffenen und dabei in zwei Theile zerfallenen Rippe gedeutet werden. An der anderen Seite des dritten Wirbels ist in dem abgebildeten Schnitte von einer Rippe keine Spur zu sehen; doch erscheint in weiter folgenden Schnitten am äussersten Ende des Bindegewebzuges ein den beschriebenen sehr ähnliches Knorpelstückchen, während ein dem Wirbel anliegendes gänzlich vermisst wird. Aehnlich wie in dem beschriebenen Falle machte sich die Reduction dieses Rippenpaares auch an zwei weiteren Objecten der angegebenen Entwicklungsstufe geltend; an einem derselben fand sich indess an Stelle der beiden, den Enden der Rippe entsprechenden Knorpelstücke ein einziges längliches vor, das etwa in der Mitte des beschriebenen Bindegewebzuges gelegen war.

Das dem Wirbel anliegende Stück der schwindenden Rippe verschmilzt, wie es scheint, später mit dem Querfortsatze desselben; wenigstens zeigte der letztere in einem Falle auf beiden Seiten ein Verhalten, welches darauf schliessen liess, dass eine solche Verschmelzung stattgehabt hätte: Es war nemlich der Querfortsatz jeder Seite in eine distalwärts gerichtete Spitze ausgezogen, wovon man sich durch die Vergleichung der Bilder, die man bei gehobenem und bei gesenktem Tubus erhielt, überzeugen konnte.

Von Interesse ist in dieser Beziehung ein Befund, der auf S. 12, kurz erwähnt wurde, den genauer zu schildern ich aber hier Veranlassung nehme.

Am dritten Wirbel eines erwachsenen, in eine Serie von Querschnitten zerlegten Exemplares von *Lacerta vivipara* fand ich nemlich beiderseits den Querfortsatz mit einem recht ansehnlichen, dornähnlichen Anhang versehen, der in der Mitte aus Knochen, an den Enden aus Knorpel bestand und in seinem Innern eine deutliche Markhöhle erkennen liess. Die Verbindung zwischen diesem Anhang und dem ihn tragenden Querfortsatze war zum Theil eine bindegewebige; zum Theil aber wurde sie durch Knorpel und durch Knochengewebe bewerkstelligt. In einer gewissen Ausdehnung war auch ein deutlicher Gelenkspalt zwischen den einander gegenüberliegenden Knorpelflächen sichtbar.

Fig. VII stellt einen durch jenen Wirbel gelegten Querschnitt dar, an welchem jedoch, weil der Schnitt nicht genau senkrecht zur Längsachse der Wirbelsäule geführt ist, die uns interessirenden Verhältnisse nur an der einen Seite sichtbar sind. Hier sehen wir den geschilderten Anhang in seiner ganzen Länge durchschnitten und mit dem Querfortsatze in grosser Ausdehnung durch Knorpel verbunden. Von den benachbarten knöchernen Theilen aus ziehen sich zarte Lamellen ächten Knochengewebes in diesen Knorpel hinein. In den folgenden Schnitten dieser Serie erhält man das gleiche Bild an der andern Seite des Wirbels.

Es kann nun meiner Ansicht nach in diesen Anhängen der Querfortsätze nichts anderes geschehen werden als ein spät und unvollständig reducirtes Rippenpaar. Wir müssen uns vorstellen, dass in diesem Falle die Rippen des dritten Wirbels sich eine Zeit lang gleich den übrigen aus ihrer knorpeligen Anlage weiter entwickelten, gleich jenen verknöcherten und mit den Querfortsätzen eine gelenkige Verbindung eingingen; dass sie aber dann im Wachsthum hinter den anderen zurückblieben und durch theilweise Verschmelzung mit den Querfortsätzen ihre Selbständigkeit einbüssten. Wir haben hier also am erwachsenen Thiere einen Befund, welcher an embryonale Zustände erinnert, und daher als Atavismus bezeichnet werden kann.

In der gleichen Weise sind wohl auch die von Ihering mitgetheilten (auf S. 11 in Anmerk. 1 und auf S. 14 in Anmerk. erwähnten) Befunde zu erklären. Es kann auch wohl Fälle von Atavismus geben, in welchen ein freies Rippenpaar, das in der Regel beim erwachsenen Thiere schwindet, gelegentlich als solches bestehen bleibt. Es würde hierdurch die Zahl der cervicalen Wirbel bei dem betreffenden Exemplare verringert werden, und es mag sein, dass die Differenzen, welche bei den verschiedenen Autoren in Bezug auf einige der im Obigen angeführten Saurier bestehen ¹⁾, wenigstens zum Theil in solchen individuellen Verschiedenheiten der untersuchten Objecte ihren Grund haben.

1) Vergl. *Iguana tuberculata*, *Stellio cordylus*, *Trachydosaurus rugosus*, *Varanus bivittatus* auf S. 11 und S. 14.

Das Ergebniss der mitgetheilten Untersuchungen entspricht also was den dritten Wirbel anlangt, vollständig den Voraussetzungen, welche auf Grund einer vergleichend anatomischen Betrachtung gemacht werden konnten: der dritte Wirbel von *Lacerta vivipara*, welcher beim erwachsenen Thiere rein cervical ist, wird als ein dorsocervicales angelegt, indem er auf einer gewissen Entwicklungsstufe mit einem Paare freier Rippen versehen ist, und wird erst im Laufe der weiteren Entwicklung, dadurch, dass dieses Rippenpaar reducirt wird, zu einem cervicalen. Wurde die Untersuchung auch nur an relativ wenigen Objecten ausgeführt, so stimmte doch der Befund in allen Fällen so genau überein, dass man wohl berechtigt ist, denselben für constant zu halten. Die Reduction der besagten Rippen scheint meistens so vor sich zu gehen, dass dieselben dabei in zwei Stücke zerfällt werden, worauf wahrscheinlich ein kleiner Ueberrest der schwindenden Rippe mit dem Querfortsatze des Wirbels verschmilzt. Es ist sehr wünschenswerth, dass in der Folge die gleichen Untersuchungen an solchen Formen ausgeführt werden, die eine grosse Zahl von cervicalen Wirbeln besitzen, weil erwartet werden kann, dass der gleiche Vorgang, welchen ich an der *Lacerta vivipara* nur im Bereiche eines Wirbels beobachtet habe, an jenen Formen in weiterem Umfange zu constatiren sein wird.

In dem Nachweise, dass im Laufe der individuellen Entwicklung der *Lacerta vivipara* ein dorsocervicaler Wirbel in einen cervicalen umgewandelt wird, liegt ein Beleg dafür, dass bei der Bestimmung der speciellen Homologie der Wirbel nicht sowohl die äussere Configuration der letztern, als vielmehr die Stelle massgebend ist, welche sie in der Wirbelreihe einnehmen. Zugleich ist das Ergebniss der mitgetheilten Untersuchungen geeignet, die Anschauung zu stützen, nach welcher die verschiedenen Formen, in denen uns die Halswirbelsäule der Saurier entgegentritt, als Resultate eines Umformungsprocesses aufzufassen seien, der sich an den einzelnen Arten in dem vorhin angegebenen Sinne während der phylogenetischen Entwicklung abspielt hat.

Thesen.

1. Sämmtliche Halswirbel sind durch Umformung aus rippentragenden Wirbeln hervorgegangen.
2. Am Epistropheus gewisser Saurier wird sich die Anlage eines Rippenpaares nachweisen lassen.
3. Solche Skelete, deren einzelne Theile bei der Maceration aus ihrem Zusammenhange gelöst worden sind, haben für vergleichend anatomische Untersuchungen nur einen sehr bedingten Werth.
4. Die Leihbibliotheken sind Sammelpuncte für Contagien.
5. Der Handel mit gebrauchten Kleidern ist unter polizeiliche Cotrolle zu stellen.
6. Die Ziele der Militäraushebung sind denjenigen der Zuchtwahl entgegengesetzt.

Erklärung der Abbildungen.

Die Contouren der einzelnen Figuren sind mit der camera lucida aufgenommen worden; die Vergrößerung ist bei einer jeden Figur durch den in Klammern stehenden Bruch ausgedrückt.

In allen Figuren sind die Wirbel mit römischen, die ihnen zugehörnden Rippen mit den gleichen arabischen Ziffern bezeichnet. Die Buchstaben bedeuten für alle Figuren:

Wk.—Wirbelkörper,
Wb—Wirbelbogen,
Df.—Dornfortsatz,
Gf—Gelenkfortsatz,
Qf—Querfortsatz,
u. D.—unterer Dorn,

R—Rippe,
Rr—Rippenrudiment,
Ch—Chorda,
Rm—Rückenmark,
Mr—Markraum.

- Fig. I. Präpariertes Skelet der Halswirbelsäule und des Thorax einer erwachsenen *Lacerta vivipara*.
Fig. II. Querschnitt durch den dritten Wirbel eines erwachsenen Exemplares (normales Verhalten).
Fig. III. u. IV. Zwei nahe bei einander liegende, einer Serie angehörende Querschnitte durch den dritten Wirbel eines Embryo vom zweiten Stadium.
Fig. V. Frontalschnitt durch die ersten fünf Wirbel eines Embryo vom gleichen Stadium.
Fig. VI. Frontalschnitt durch die ersten vier Wirbel eines Embryo vom vierten Stadium.
Fig. VII. Querschnitt durch den dritten Wirbel eines erwachsenen Exemplares (Atavismus).



