

Als vierte Familie können aus den bisherigen Fascioliden die Formen mit am Hinterende des Körpers gelegenen Keimdrüsen und zwischen den Hoden gelegenen Keimstock ausgeschieden werden (*Clinostomidae* mit *Clinostomum* Leidy, *Harmostomum* Braun, *Ityogonimus* Lhe., *Urotocus* Lss., *Hapalotrema* Lss.). Vielleicht könnten auch einige Formen mit meist in der Nähe des Hinterendes gelegenen Genitaldrüsen und schwach entwickelten, folliculären, einander genäherten Dotterstöcken (*Coenogoniminae* Lss., *Philophthalminae* Lss., *Gymnophallus* Odhn., *Levinsenia* Stoss.) zu einer fünften Familie zusammengeschlossen werden, zu der dann auch *Asymphyllodora* Lss., die *Gorgoderinae* Lss. und die *Cephalogoniminae* Lss. Beziehungen aufweisen würden.

Wohl mag die zukünftige Forschung an den hier entwickelten systematischen Anschauungen noch Manches ändern, zumal einzelne Distomenformen (z. B. die Gattungen *Telorchis* Lhe., *Urotrema* Braun, *Anadasmus* Lss.) sich ungezwungen noch in keine besondere Familie einreihen lassen, sondern vorläufig als unauftheilbarer Rest übrig bleiben. Ich glaube jedoch, daß der künftige Fortschritt in der Richtung liegen wird, wie sie die von mir hier vorgenommene Vertheilung der Distomen auf mehrere Familien andeutet. Es wird wohl schon die nächste Zeit eine lebhaftere Discussion dieser Frage bringen und würde mir persönlich eine solche nur erwünscht sein, auch wenn hierbei meine Vorschläge ebenso stark abgeändert werden sollten, wie sie selbst eine abändernde Weiterbildung des Looss'schen Distomensystems darstellen. Im Übrigen wird durch die Auftheilung der bisherigen Familie *Fasciolidae* an dem System der digenetischen Trematoden wenig geändert. Nach wie vor bilden die vorstehend besprochenen Familien zusammen mit den *Schistosomidae* Lss., *Paramphistomidae* Fischdr., *Monostomidae* Montic., *Didymozoneidae* Montic. und *Gasterostomidae* Braun die Unterordnung der *Digenea* Lkt. (Ordnung *Malacocytelea* Montic., Classe *Trematodes* Rud., Typus *Platodes* Lang).

Königsberg i./Pr., im Mai 1901.

## 2. Neues über das natürliche Entstehen und experimentelle Erzeugen überzähliger und Zwillingsbildungen.

Von Gustav Tornier (Berlin).

(Mit 5 Figuren.)

eingeg. 29. Mai 1901.

### Abschnitt I: Experimentelles.

#### Cap. 1. Herstellung gegabelter Beine.

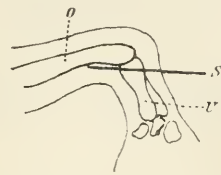
Im Jahrgang 1897, p. 360 dieser Zeitschrift veröffentlichte ich zwei Methoden, nach welchen gegabelte Gliedmaßen bei *Molge cristata*

zu erzeugen seien; in jenem Artikel ist aber leider das Alter der Versuchsthiere nicht angegeben worden, da ich damals noch dieser sehr wichtigen Versuchsbedingung nur geringen Werth beimaß. Ich will das nunmehr hier nachtragen, indem ich angebe, daß die Methode der Fadenumlegung an erwachsenen Thieren ausgeführt wurde, diejenige des Einschneidens in die Gliedmaße an jungen kientragenden Larven.

Gleichzeitig führe ich hier eine sehr elegante, d. h. ohne jede Schwierigkeit ausführbare und dann sicher Gliedmaßengabelung ergebende Experimentmethode an:

Man beuge bei einer jungen Triton- oder Axolotl-Larve (die von mir benutzten waren etwa  $1\frac{1}{2}$  Monate alt) das Hinterbein so, daß das Kniegelenk einen annähernd rechten Winkel bildet (Fig. 1) und schneide dann mit der Schere hart unter dem Kniegelenk so in die Gliedmaße ein, daß der Schnitt (*S*) den Unterschenkel (*U*) an dieser Stelle durchtrennt und eine Strecke weit hart an der Unterseite des Oberschenkelknochens (*O*) entlang läuft. Sobald dann die Wundheilung eintritt, erhält das Thier ein gegabeltes Bein von ausgezeichneter Vollendung, d. h. einen überzähligen Unterschenkel mit 5 zehigem Fuß, die beide nach der Ausbildung nur wenig kleiner sind als die entsprechenden ebenso gestalteten Abschnitte der Stammgliedmaße.

Fig. 1.



## Cap. 2. Herstellung beckenbürtiger überzähliger Gliedmaßen.

An einer jungen *Molge taeniata*-Larve, die etwa einen Monat nach Verlassen des Eies alt war, gelang es mir, eine beckenbürtige, überzählige rechte Hintergliedmaße dadurch zu erzeugen, daß ich dieser Larve, als ihr Hinterbein hervorzusprossen begann, mit einer feinen Schere hart über der hervorsprossenden Gliedmaße das Becken und natürlich auch die darüber liegenden Weichtheile durchschnitt.

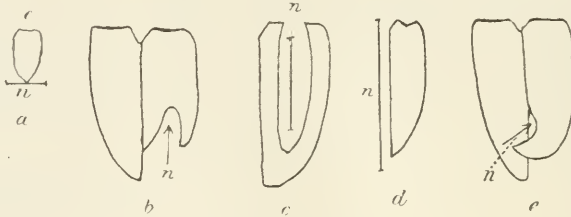
## Cap. 3. Herstellung gegabelter Schwänze.

Ich veröffentlichte in dieser Zeitschrift, Jahrgang 1900, p. 233 ff. eine Methode zur Herstellung von gegabelten Schwänzen bei Axolotl-Larven. Ich habe nunmehr diese Methode auch bei aus dem Ei entnommenen oder eben ausgeschlüpften Larven von *Bombinator igneus* und an Larven mittleren Alters von *Molge cristata* und *taeniata* versucht. Ich erhielt auf diese Weise in allen drei Fällen Doppelschwänze von ausgezeichneter Schönheit.

Cap. 4. Herstellung von gegabelten, ringförmigen, sichelförmigen, verschmälerten und Zwergflügeldecken beim Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*).

Die bei Insecten — speciell Schmetterlingen — überzähligen oder gegabelten Flügel entstehen gewöhnlich durch Längsspaltung einer Flügelanlage, worauf dann jeder dieser Abschnitte aus seiner Wundfläche das ihm fehlende Flügelstück superregenetisch ergänzt. Seltener sind jene gegabelten Insectenflügel, die dadurch entstehen, daß ein Spalt in eine Flügelanlage von der Seite her eindringt, worauf dann die Flügelanlage aus diesem Spalt ihren von dem Spalt peripher liegenden Abschnitt noch einmal superregenetisch erzeugt. Bei meinem Bestreben, derartige Flügelverbildungen der Insecten experimentell zu erzeugen, ist es mir nun gelungen, auf dem Wege des Experiments beim Mehlkäfer nicht nur richtig gegabelte, sondern auch ringförmige, sichelförmige, verschmälerte und Zwergflügeldecken zu erzeugen und zwar bei Anwendung folgender Me-

Fig. 2.



thode: Es wurde bei diesen Käfern kurz nach der letzten Larvenhäutung (also im Anfang der Zeit zwischen der letzten Larvenhäutung und der Verpuppung) in den Mesothorax mit der Absicht eingeschnitten, die Flügeldeckenanlage zu spalten. Es entstand auf diese Weise im Mesothorax-Einschnitt ein Wundschorf und darunter eine Narbe, und die Lage dieser Narbe entschied dann über die Form, welche die Flügeldecke später ausbildete. Lag (wie Fig. 2a zeigt) die Narbe (n) quer und dicht vor der Spitze der Flügeldeckenanlage, so konnte diese später nicht weiter wachsen und die Flügeldecke wurde dann beim Vollkäfer zu einer Zwergdecke von oft nur wenig mm Länge mit gewöhnlich abgestumpfter Spitze. Lag die Narbe (Fig. 2b, n) mit ihrer Spitze der Spitze der Flügeldeckenanlage genau gegenüber, dann schnitt die Narbe beim Weiterwachsen der Flügeldeckenanlage von der Spitze her in diese ein und so entstand eine gegabelte Flügeldecke. Lag die Narbe (Fig. 2d, n) seitlich von der Flügeldeckenanlage, so

konnte diese sich nicht mehr seitlich ausdehnen und wurde im Vollstadium zu einem schmalen Streifen. Spaltete der Schnitt (Fig. 2c, n) die Flügeldeckenanlage von vorn, genau in der Mitte, so entstand dadurch eine ringförmige Flügeldecke, weil die Mittelpartie der Flügeldecke, durch die dort liegende Narbe gehindert, nicht ausgebildet wurde. Lag endlich die Narbe (Fig. 2e, n) so, daß die Flügeldeckenanlage beim Fortwachsen mit einer ihrer Längsseiten an der Narbenspitze reiben mußte, so wurde dadurch diese Seite der Flügeldeckenanlage auf Druck beansprucht und blieb proportional demselben im Wachsen zurück, während die entgegengesetzte Seite der Flügeldeckenanlage normal fortwuchs und die Folge davon war, die Flügeldeckenanlage verbog sich dadurch nunmehr sichelförmig nach jener Seite, auf welcher die Narbe den Druck ausübte und schob dadurch nicht selten ihre Spitze auf die andere Flügeldecke hinauf.

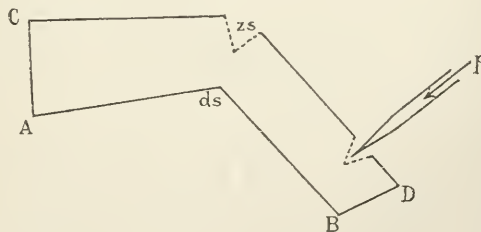
Belegobjecte für das Gelingen aller der hier beschriebenen Versuche werde ich dem diesjährigen internationalen Zoologencongreß lebend oder conserviert vorlegen und über die Experimente selbst soll in besonderen Einzelarbeiten später ausführlich berichtet werden, wie auch über das Nachfolgende!

### Abschnitt II: Ergebnisse von Untersuchungen.

In der Natur entstehen, so weit meine Untersuchungen und Experimente reichen, überzählige Bildungen nur aus Wundbezirken in Folge falscher Verwendung der Regenerativkraft des Organismus.

Thatsachen, welche darauf hindeuten, daß überzählige Bildungen auch aus Keimplasmavariationen entstehen können, sind mir nicht vorgekommen, und wenn es Gelehrte giebt, die eine solche Keimplasmavariation annehmen, so müssen sie die Objecte herbeibringen und beschreiben, aus welchen sie eine derartige Thätigkeit des Organismus vermuthen. Auf keine Thatsachen gestützte Annahmen dieser Art sind einer Besprechung nicht werth. Dabei entstehen alle embryonal angelegten überzähligen Gebilde — und das sind z. B. alle der Warmblütler und selbst die meisten postembryonal angelegten der Kalt-

Fig. 3.



blütler — in Folge Verbiegung eines Organs oder des Organismus durch Knickbeanspruchung und zwar nach folgendem Hauptschema und in folgenden Hauptformen: Wenn an einem geraden Balken (Fig. 3 *ACD*), der mit einem seiner Kopfenden (*AC*) in eine Mauer eingelassen ist, auf das freie Ende (*BD*) von oben her knickender Druck (*p*) einwirkt, so wird der Balken verbogen und erhält dabei eine concave Druckseite, in welcher seine Theile zusammengeschoben werden und eine convexe Zugseite, in welcher sie aus einander gezerzt werden. Hat die Verbiegung des Balkens einen bestimmten Grad erreicht und ist er dabei etwas mehr druck- als zugfest gebaut, so reißt er im Scheitel seiner Zugseiten (*zs*) ein und es entsteht daselbst alsdann eine Scheitelwunde mit zwei Wundflächen, die im Balkeninnern an einander stoßen und einander zugekehrt sind. Gleichzeitig dringt aber auch gewöhnlich die knickende Kraft an der Angriffsstelle in den Balken ein und sie kann dabei entweder die freie Balkenspitze ganz abschneiden oder in sie mehr oder weniger tief einschneiden, so daß alsdann in den meisten Fällen auch hier eine Wunde mit einer oder zwei Wundflächen entsteht.

Wie häufig ein derartiger Angriff auf ein Organ oder den Organismus überzählige Bildungen hervorruft, lehren die folgenden Auseinandersetzungen.

#### Cap. 1. Entstehen des zwei- und dreizinkigen Gabelschwanzes der Eidechsen in seinen Hauptmodificationen.

Überzählige Schwanzspitzen können bei den Eidechsen entweder an einem normalen Schwanz, oder an einem bereits regenerierten oder drittens auf der Grenze zwischen einem normalen und regenerierten Schwanzabschnitt entstehen.

Der normale Eidechschenschwanz kann dabei als ein Stab bezeichnet werden, der in gewissen Querschnitten und zwar in den in der Mitte seiner Wirbel liegenden Wirbeltheilstellen und in den dazu gehörigen Hautfalten eine geringere Biegunfestigkeit besitzt als in seinen anderen Partien; wenn daher eine biegende Kraft auf einen Punkt dieses Schwanzes einen Druck ausübt und der Scheitel der Verbiegung dabei gerade in eine Wirbeltheilstelle fällt, reißt diese Theilstelle, an der Zugseite klaffend, aus einander und gleichzeitig reißt ebenfalls die entsprechende Hautfalte mit den darunter liegenden Weichtheilen auf der Zugseite ein. Es entsteht also alsdann im Schwanz eine Scheitelwunde in Form eines Flächenwinkels, die aus zwei Wundflächen besteht, während dort, wo die drückende Kraft den Schwanz angriff, dessen Spitze abbricht. So erhalten wir an diesem Schwanz also zwei Wunden: eine Scheitelwunde, welche aus zwei Wundflächen

besteht und welche von der am Schwanzstumpfende liegenden einfachen Angriffswunde durch einige — gewöhnlich sind es 2 — unverletzte Hautwirtel getrennt bleibt. Die Angriffswunde erzeugt nun unter normalen Verhältnissen ohne jede Schwierigkeit eine Ersatzspitze für die verloren gegangene Schwanzspitze; anders dagegen ergeht es den beiden Scheitelwundflächen des Schwanzes. Liegen diese dicht an einander, so verheilt einfach die Bruchstelle, stehen sie dagegen in einem geringen Grade von einander ab, so beginnt der ganze Wundbezirk eine überzählige Schwanzspitze auszubilden, die aber nicht zu voller Entwicklung kommt. Klaffen die beiden Wundflächen noch weiter aus einander, so entsteht aus dem Wundbezirk eine einzige Skeletröhre, zu welcher dann die darüber liegende Hautwunde die Hauthülle liefert. Klaffen aber endlich die beiden Scheitelwundflächen oben sehr weit aus einander, so entsteht aus jeder von ihnen eine überzählige Skeletröhre, d. h. es ist alsdann an dem Schwanz die knöcherne Grundlage für drei Schwanzspitzen gegeben. Ob diese aber auch äußerlich frei hervortreten, hängt dann im Wesentlichen von der Lage ab, welche die beiden Scheitelskeletröhren zu einander einnehmen. Er litt nämlich der Schwanz, aus dem diese entstehen, wirklich nur eine ganz reine Verbiegung, so halten diese beiden Scheitelskeletröhren beim Auswachsen Parallelstellung ein und stecken dann auch mehr oder weniger weit in einer gemeinsamen Hauthülle, die aus der zugehörigen Hautwunde entstanden ist. Würde der Schwanz aber bei seiner Verwundung nicht nur verbogen, sondern in seinem Endabschnitt von der Scheitelwunde ab außerdem noch gleichzeitig um seine Längsachse rotiert, so liegen seine zwei Scheitelwundflächen später nicht mehr einander gegenüber, sondern seitlich neben einander und die Folge davon ist, die aus ihnen entstehenden Skeletröhren wachsen mit ihren Spitzen stark divergierend und es entsteht aus der zugehörigen Hautwunde des Schwanzes für jede von ihnen eine besondere Hautscheide, d. h. der Schwanz wird so zu einem mit drei freien Spitzen. —

Etwas anders gestaltet sich die überzählige Schwanzspitzenausbildung der Eidechsen, wenn die Schwanzverbiegung wie bisher, aber so stattfindet, daß die Angriffs- und Scheitelwunde des Schwanzes nicht durch unverletzte Hautwirtel getrennt bleiben, sondern durch Zerreißen dieser Haut eine gemeinsame Hautwunde erhalten, alsdann liegen gewöhnlich die Scheitelskeletröhre des Schwanzes und seine Ersatzspitze in einer gemeinsamen Hauthülle.

Drittens kann die Verbiegung eines normalen Eidechsen Schwanzes auch so geschehen, daß der Scheitel der Verbiegung nicht genau in eine Wirbeltheilstelle, sondern zwischen zwei von ihnen fällt; in diesen

Fällen reißen dann diese beiden einander benachbarten Wirbeltheilstellen an der Zugseite ein und mit ihnen gemeinsam die Hautfalte, die zwischen ihnen liegt. Bei der Auslösung der Regenerativkräfte erzeugt dann jede dieser beiden angebrochenen Wirbeltheilstellen eine Skeletröhre, die beide — gegen einander convergierend — nach der gemeinsamen Hautwunde hinwachsen und von ihr mit einer gemeinsamen Hautscheide versehen werden, so daß dieser Schwanz, wenn er gleichzeitig die Ersatzschwanzspitze selbständig ausgebildet hat, von außen betrachtet, nur 2spitzig zu sein scheint. —

Als zweite Art der Ausbildung von überzähligen Eidechsen Schwanzspitzen wäre diejenige zu betrachten, bei welcher eine Zusatzspitze am Schwanz unmittelbar an der Grenze zwischen einem normalen Schwanzabschnitt und dem aus ihm herauswachsenden Regenerat entsteht. Die Grundlage für eine derartige Schwanzspitzenvermehrung wird dann gegeben, wenn bei einem Thier die im Wachsen begriffene Schwanzersatzspitze von ihrer Ursprungsstelle, d. h. dem normalen Schwanzabschnitt, im Zugscheitel einer Verbiegung  $\frac{2}{3}$  abgebrochen wird. Aus der so entstandenen Wunde wächst dann eine überzählige Schwanzspitze heraus.

Diese Schwanzspitzenverdoppelung ist auch deshalb sehr interessant, weil sie einige Forscher zu dem falschen Glauben verleitet hat, der hierbei mithätige normale Schwanzstumpf habe von vorn herein aus seiner Wunde ohne Mitwirkung äußerer Ursachen zwei überzählige Schwanzspitzen regeneriert. Dem ist aber nicht so, wie in diesem Fall besonders schön das Röntgenbild zeigt und zwar auf folgender Grundlage: Die in einem Eidechsen Schwanzregenerat entstehende Skeletröhre ist in ihrem allerersten Entwicklungsstadium rein knorpelig, dann lagert sich Kalk in ihr ab, bis sie zum Schluß aus Knochenknorpel besteht. Das Röntgenbild unterscheidet deshalb junge und alte Skeletröhren sehr scharf dadurch von einander, daß es ganz junge Skeletröhren gar nicht erkennen läßt, während in ihm ältere Skeletröhren als einfach contourierte, voll ausgebildete dagegen als doppelt contourierte Schattenkegel auftreten. Bei mehreren von mir untersuchten Eidechsen Schwänzen der eben beschriebenen Gabelung zeigt nun die eine Zinke dieser Gabel im Röntgenbild keine Skeletröhre oder eine einfach contourierte, die andere dagegen ist scharf doppelt contouriert, d. h. aber: die eine dieser Skeletröhren ist wesentlich älter als die andere. —

Über die bei Eidechsen aus einem regenerierten Schwanzabschnitt entstandenen überzähligen Schwanzspitzen habe ich in dieser Zeitschrift bereits zweimal berichtet und wesentlich Neues wurde

mir darüber seitdem bisher nicht mehr bekannt; dagegen wäre noch Folgendes zu erwähnen:

Hat ein Eidechsenchwanz auf seiner Oberseite ganz andere Beschuppung als auf seiner Unterseite und wächst bei ihm dann eine überzählige Schwanzspitze aus einer Hautwunde heraus, die nur in seiner Rückenhaut liegt, so ist diese überzählige Schwanzspitze des Thieres später ausschließlich von Rückenschuppen bedeckt, d. h. die bei der Erzeugung ihrer Hauthülle allein thätige Rückenhaut des Thieres hat nur die für sie charakteristischen Schuppen auf dieser Schwanzspitze erzeugt und keine Bauchsuppen. Aus dieser Tatsache möchte ich aber bis auf Weiteres noch nicht den Schluß gezogen sehen, daß die Regenerationsfähigkeiten der divergenten Hautpartien des Eidechsenchwanzes verschiedene seien. —

## Cap. 2. Das natürliche Entstehen gegabelter Gliedmaßen und der Polydactylie an Schwein- und Cervidenvordergliedmaßen.

Daß die gegabelten Gliedmaßen in der freien Natur im Wesentlichen nach dem im Anfang dieser Arbeit besprochenen Verbiegungsmodus entstehen, habe ich bereits in meinem Artikel: Das Entstehen von Käfermißbildungen, besonders Hyperantennie und Hypermelie (Archiv für Entwicklungsmechanik 1900, p. 501 u. folg.) an derartig verbildeten Gliedmaßen von Insecten nachgewiesen und es wurde dort auch bereits ausgesprochen, daß die Gliedmaßengabelung bei den Wirbelthieren in freier Natur in gleicher Weise entsteht. Ein nochmaliges Eingehen auf diese Verbildung ist daher nicht nöthig.

Bei den Schweinen ist an der Vordergliedmaße die häufigste Form der Polydactylie diejenige, bei welcher an der Gliedmaßeninnenseite ein oder zwei überzählige Zehen auftreten, die, wenn sie beide vorhanden sind, den Character einer dritten und vierten Zehe besitzen und zu den entsprechenden Zehen des Fußes, zu dem sie gehören, Spiegelbilder liefern. Sie entstehen nun stets so, daß das bei den Schweinen vorhandene Carpale 1, durch eine auf dasselbe von unten her drückende Kraft, die es zu verbiegen strebt, seiner Länge nach in zwei Abschnitte zersprengt wird, wodurch in ihm zwei Wundflächen entstehen, die einander zugekehrt sind. Diese Wundflächen können dabei ganz dicht an einander liegen, und dann verwachsen die Sprengstücke des Knochens wieder untrennbar mit einander. Sind die Wundflächen aber ferner durch einen richtigen aber nur schmalen Zwischenraum von einander getrennt, so können sie sich später beide mit Gelenkknorpel überziehen, so daß dann aus dem Carpale 1 des Thieres zwei Knochen entstehen, die mit einander gelenken. Liegen die beiden



Wundflächen dann noch weiter aus einander, so versucht jede von ihnen eine überzählige Zehe zu erzeugen, aber nur der relativ am freiesten liegenden gelingt das, das Regenerat der anderen wird dagegen von ihrem Regenerat unterdrückt und der Fuß erhält demnach eine einzige überzählige Zehe. (Zuweilen aber wird das am Carpale 2 liegende Sprengstück des Carpale 1 zu einem modifizierten Carpale 1, während das andere Sprengstück zu einem Theil eines aus ihm entstehenden überzähligen Metacarpale und einer Zehe wird, welches an dem modifizierten Carpale 1 gelenkt.) Klafft endlich an einem derartig verbildeten Schweinevorderfuß die Wunde des Carpale 1 sehr weit, so erzeugt jede ihrer beiden Wundflächen eine überzählige Zehe, die dann in ein Symmetrieverhältnis zu einander treten und so den erwähnten überzähligen  $D_3$  und  $D_4$  des Fußes bilden, die, wenn sie dabei nicht genügend weit genug von einander abrücken können, eventuell auch mit einander mehr oder weniger weit verschmelzen.

Das wundervolle Material für die Constatierung dieser Thatsache und mancher anderen verdanke ich meinem wissenschaftlichen Freunde, dem Director des Vieh- und Schlachthofes zu Chemnitz, Oberthierarzt Dr. Tempel. —

Bei den Cerviden, denen am Vorderfuß das Carpale 1 und 2 fehlen, bildet das Carpale 3 den unteren Innenrand der Handwurzel und die Folge davon ist, daß bei den Cerviden am Vorderfuß dann ein überzähliger  $D_4$  u.  $5$  entstehen, wenn die Innenrand-Ecke des Carpale 3 abgesprengt wird, und zwar erzeugt dieses Knochensprengstück die beiden überzähligen Zehen als Spiegelbilder zu den entsprechenden normalen Zehen des Fußes. Wichtig ist dabei, daß mir bisher noch nie ein Cervidenvorderfuß vorgekommen ist, an welchem das Carpale 3 aus seinen beiden bei einer derartigen Verletzung erhaltenen Wunden überzählige Zehen erzeugt hat.

Das Material für diese Untersuchung verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Nitzsche in Tharandt. —

### Cap. 3. Verschiebungen in den Epiphysennahten als Ursachen der Polymelie.

Bekanntlich bestehen die langen Knochen der höheren Wirbelthiere aus einer oberen und unteren Epiphyse, die der Diaphyse des Knochens in je einer Epiphysennaht aufsitzen und es ist ferner bekannt, daß diese drei Knochentheile selbst bei halberwachsenen Individuen in der betreffenden Naht noch leicht von einander getrennt werden können. Noch viel leichter ist das natürlich bei ganz jungen Individuen oder Embryonen der Fall; es ist daher nicht wunderbar, daß ein derartiger langer Embryonenknochen, wenn er von einer bie-

genden Kraft angegriffen wird, seinen Zusammenhang gern in einer seiner Epiphysennähte verliert, und die Folge davon ist, daß alsdann der durch diese Epiphysennahtlockerung und Epiphysenverschiebung freigelegte Epi- oder Diaphysenabschnitt den von ihm peripher liegenden Gliedmaßenabschnitt superregenerativ erzeugt. So liegt mir eine Kinderhand vor, deren Daumen von der unteren Epiphysennaht seines Mittelhandknochens aus gegabelt ist: Die untere Mittelhandknochenepiphyse dieses Daumens wurde nämlich durch einen Druck, der auf ihre Innenseite einwirkte, nach außen verschoben und der dadurch freigelegte untere Innenabschnitt der Diaphyse dieses Mittelhandknochens erzeugte nun als überzählige Bildungen eine neue untere Epiphyse, die mit der verschobenen verwuchs, und zwei überzählige Phalangen. — Ferner hat bei einem Axolotl, der Herrn Prof. Goette gehört, die Fibuladiaphyse aus ihrem, durch Epiphysenverschiebung freigelegten unteren Außenabschnitt eine überzählige untere Epiphyse mit Handwurzelknochen und überzähliger Zehe erzeugt, wobei diese überzählige Epiphyse mit der verschobenen Stammepiphyse ebenfalls verwuchs. — Dann liegt mir ferner eine durch Herrn Prof. Schiemenz zur Untersuchung überlassene *Pelobates fuscus*-Larve vor, die ein nach gleichem Princip vom unteren Ende der Femurdiaphyse aus gegabeltes Bein besitzt; und endlich erhielt ich von meinem Freunde, Dr. Franz Werner in Wien, einen *Bufo mauritanica*, bei welchem gar an der linken Vordergliedmaße die obere Humerusepiphyse den von ihr peripher liegenden Theil dieser Gliedmaße superregenerativ erzeugt hat, wodurch also zwei gleichartige Gliedmaßen entstanden, die nur noch in der oberen Humerusepiphyse zusammenhängen. (Die überzählige ist übrigens nur einfingerig.) —

#### Cap. 4. Das Entstehen schulterblatt- und beckenbürtiger ganzer überzähliger Gliedmaßen, bei Fröschen, Enten und Hühnern.

Wie an den Gliedmaßen überzählige Bildungen aus Wunden entstehen, welche in der Gliedmaße durch Verbiegung erzeugt wurden, so entstehen auch ganze überzählige Gliedmaßen aus Wunden, die ein Schulter- oder Beckengürtel durch Verbiegung einzelner seiner Partien erhält. So beschrieb ich bereits in dieser Zeitschrift 1898, p. 372 das Entstehen der Mißbildung einer *Rana esculenta*, welche an der rechten Körperseite 3 Gliedmaßen besaß, von denen 2 überzählige waren. Bei diesem Thier war in frühester Jugend das Schulterblatt durch eine verbiegende Kraft in seinem Halse durchbrochen worden und der Schulterblattkörper hatte sich dabei aus seiner normalen Horizontalstellung zu senkrechter Stellung aufgerichtet. Es waren

im Schulterblatt dadurch zwei weit klaffende Wundflächen entstanden und jede von diesen bildete dann den von der Wunde peripher liegenden Theil des Schultergürtels mit der zugehörigen Gliedmaße superregenetisch aus, d. h. aus dieser Gesamtwunde war also ein nahezu ganzer überzähliger Brustgürtel mit den zugehörigen zwei überzähligen Gliedmaßen herausgewachsen. Durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Dr. Apstein (Kiel) erhielt ich nun vor einiger Zeit einen *Bufo viridis*, bei welchem ein Schulterblatt in annähernd gleicher Weise durchbrochen worden war, bei dem aber der Schulterblattkörper nicht nur senkrecht aufgerichtet, sondern außerdem noch so verschoben wurde, daß seine Wundfläche ganz dicht über dem Schulterblatthalse lag. In Folge dessen konnte sich diese Wunde des Schulterblattkörpers nicht superregenetisch bethätigen; sie vernarbte einfach und der abgesprengte Schulterblattkörper blieb somit für immer ohne jeden Zusammenhang mit dem Schultergürtel. Dagegen erzeugte die freiliegende Wundfläche des Schulterhalstumpfes superregenetisch einen überzähligen Schulterblatthals bis zur Pfanne und die zugehörige überzählige Gliedmaße. Gewiß ein glänzender Beweis für die Berechtigung meiner Angabe, daß die aus einem Schultergürtel entstehenden überzähligen Bildungen aus Schultergürtelbrüchen ihre Entstehung nehmen und daß auch hier jede Wundfläche den von ihr peripher liegenden Körperabschnitt superregenetisch zu erzeugen strebt, aber es nur dann vermag, wenn sie freien Spielraum hat.

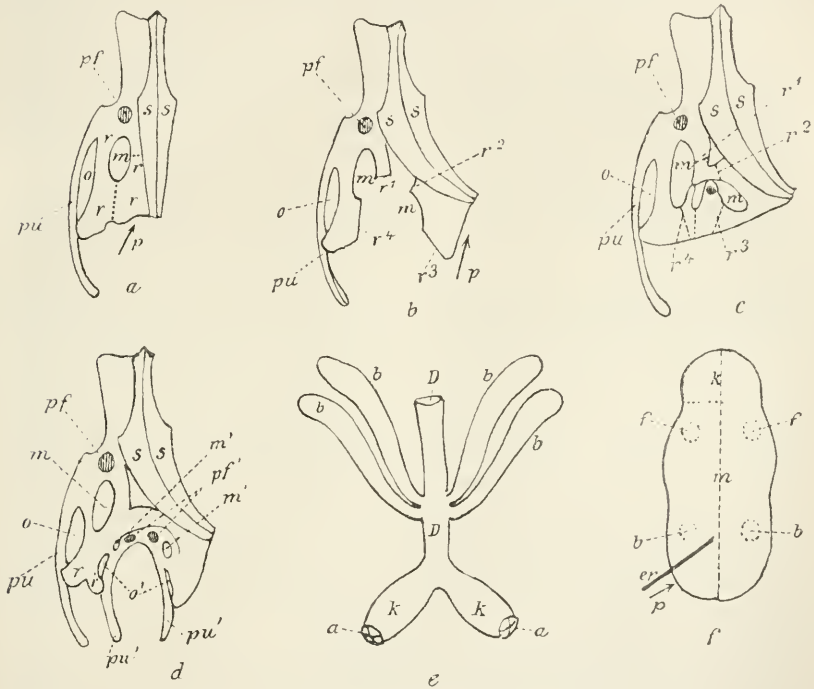
Dann erhielt ich ferner durch Herrn Custos Dr. Wolterstorff einen *Pelobates fuscus*, welcher an der linken Körperseite zwei überzählige Hintergliedmaßen besitzt. Diese sind dadurch entstanden, daß das entsprechende Darmbein des Thieres in der Mitte durchbrach, worauf aus seinen zwei Wundflächen je eine überzählige Beckenhälfte mit zugehöriger Hintergliedmaße herauswuchs. Die beiden überzähligen Beckenhälften legten sich dabei an einander und bildeten so ein überzähliges Becken von annähernd normaler Gestalt, während die unterste der zugehörigen überzähligen Gliedmaßen mit der noch tiefer liegenden linken Stammgliedmaße des Thieres vom Oberschenkel an bis zur Spitze hin verwuchs, wodurch bei diesem Thier eine Doppelgliedmaße entstand, deren Fuß aus zwei an der Außenseite verwachsenen Füßen besteht, die ihre Sohlen gegen einander kehren. —

Interessanter noch als dieser *Pelobates* sind eine Anzahl Vögel: 3 Hühner und 2 Enten mit überzähligen Hinterbeinen, die ich dank der Liebenswürdigkeit der Herren Prof. Dr. Braun (Königsberg), Dr. Franz Werner (Wien), Dr. Thilo (Riga) und Prof. Dr. Schiemenz (Berlin) untersuchen konnte; denn alle diese Thiere haben außer überzähligen Gliedmaßen noch (Fig. 4 e) einen bis zwei Blinddärme (b) mehr

als der Norm entspricht, dann gabelt sich ferner ihr Darm vor seinem Ende in zwei Cloaken (*k*), die jede für sich in einen After (*a*) endet, so daß also jedes dieser Thiere außer den überzähligen Blinddärmen noch eine überzählige Cloake und einen überzähligen After aufweist.

Zur Erklärung des Entstehens der Mißbildungen dieser Individuen diene Folgendes: Jedes Becken dieser Vögel kann aus Rücksicht auf diese Untersuchungen als ein unregelmäßiger Knochenring (Fig. 4 *a, r*) betrachtet werden, der das große Beckenloch (*m*) umschließt, die Ge-

Fig. 4.



lenkfläche (*pf*) für das zugehörige Hinterbein trägt, an seiner Innen- seite mit dem Kreuzbein (*s*) durch Naht verbunden ist und an seiner Außen- (oder besser Unter-) seite in dem Pubicum (*pu*) einen sehr charakteristischen Knochenfortsatz besitzt, der in der Nähe der Gelenkpfanne (*pf*) entspringt, sich hinten dicht an den Beckenring anlegt oder mit ihm daselbst verwächst und mit ihm vorher das kleine Beckenloch (*o*) umschließt.

Wenn nun ein derartiges Becken in der Embryonalperiode (wie Fig. 4 *a* zeigt) am hinteren Ende (in der Nähe des Kreuzbeins) durch eine gegen das Kreuzbein gerichtete Kraft (*p*) auf Verbiegung bean-

spricht wird, so zerplatzt dabei das Becken sehr bald in der Art, wie das Fig. 4a in Punctlinien, Fig. 4b in der Ausführung zeigt, weil der von der Kraft nicht direct angegriffene äußere Beckenabschnitt diesem Verbiegungsbestreben einen erfolgreichen Widerstand entgegengesetzt, während der innere Beckenringabschnitt im unteren Theil und das Kreuzbein (*s*) dem Einfluß der Kraft nachzugeben gezwungen sind. So erhält das zersprengte Becken vier Wundflächen ( $r^1$ ,  $r^2$ ,  $r^3$  und  $r^4$ ), die nun jede für sich superregenerativ vorgehen. Klafft dabei der Einriß in das Becken nur mäßig weit, so verläuft dieser Superregenerationsproceß folgendermaßen (Fig. 4c): Aus jeder der vier Wundflächen des zersprengten Beckens entsteht ein Regenerationskegel. Die dabei aus der Wunde  $r^1$  und  $r^2$  entstandenen wachsen gegen einander vor, stoßen zum Schluß an einander und bilden durch Verwachsung einen überzähligen Abschnitt des Beckenringes, dessen innere Einrißstelle dadurch gleichzeitig verschlossen wird. Die beiden aus der Wundfläche  $r^3$  und  $r^4$  entstandenen Regenerativkegel wachsen an ihren Basen gegen einander vor und mit ihren Spitzen in das zersprengte große Beckenloch (*m*) nach dem Innentheil des Beckenringes hin, dann verwachsen sie an der Basis mit einander, während ihre Spitze das Bestreben hat, eine überzählige Gelenkpfanne (*pf'*) mit zugehöriger überzähliger Hintergliedmaße zu erzeugen. Ist der Beckeneinriß aber nur klein (wie in Fig. 4c), so bleibt die eine von ihnen im Wachsen zurück und kann ihrem Bestreben, eine überzählige Pfanne und Gliedmaße zu erzeugen, nicht genügen, während dies der anderen Spitze gelingt. Das Thier erhält alsdann also nur eine überzählige Gliedmaße.

Auf dieser Stufe der Mißbildung blieb das Becken der einen von mir untersuchten Ente stehen (Fig. 4c), das mir Herr Prof. Schiemenz zur Untersuchung überließ. Bei einem Huhn aber, das dem Leipziger zoologischen Institut gehört und eine etwas weiter klaffende Beckenwunde besaß, konnten die beiden aus der Wunde  $r^3$  und  $r^4$  entstandenen äußeren Regenerationskegel des Beckens ihre überzählige Pfanne und Gliedmaße ausbilden; die beiden Pfannen lagen aber noch so dicht an einander, daß sie an einander stießen und verwachsen, während gleichzeitig die in ihnen gelenkenden Oberschenkel der überzähligen Gliedmaßen ebenfalls an einander stießen und in ihrer unteren Hälfte untrennbar mit einander verwachsen.

Bei einer zweiten von mir untersuchten Ente aber, einem wunderbaren Object, das mir Herr Prof. Braun zur Untersuchung überließ, klaffte die Verbiegungswunde im Becken so enorm (Fig. 4d), daß hier die vier Wundflächen des Beckens volle Freiheit zur Entfaltung ihrer sämtlichen Regenerationsbestrebungen erhielten und in Folge dessen zeigt dieses Becken mit dem zugehörigen Kreuzbein folgende

höchst charakteristische Form: das Kreuzbein ist ganz enorm verbogen, das Becken aber besteht, kann man mit Recht sagen, aus drei (an einem gemeinsamen vorderen Ileum-Abschnitt befestigten) fast vollständigen Becken, von denen natürlich zwei überzählig sind. Dazu liegen die beiden überzähligen Gliedmaßen, die aus dieser Beckenverletzung entstanden sind, in ihren Pfannen und Oberschenkeln weit von einander getrennt und sind von einander ganz unabhängig.

Entstehen und Ausbildung dieses Beckens waren dabei folgende:

Wie bei der zuerst beschriebenen Ente begann auch hier jede der vier Wundflächen des zersprengten Beckens einen Regenerativkegel zu erzeugen. Die aus der Wunde  $r^1$  und  $r^2$  entstandenen wuchsen auch hier gegen einander vor, stießen zum Schluß an einander und bildeten durch Verwachsung einen überzähligen inneren Beckenring-Abschnitt aus. Auch die aus der Beckenwunde  $r^3$  und  $r^4$  entstehenden Regenerativkegel begannen ihre Entwicklung ebenso, wie die der erstbeschriebenen Ente, doch verwuchsen sie nicht in ihren Basalabschnitten, dagegen später in ihren Spitzen mit einander und gleichzeitig mit den Regenerationskegeln der Wunde  $r^1$  und  $r^2$  und erlangten zum Schluß folgende definitive Gestalt: Sie tragen jeder an seiner Spitze eine überzählige Pfanne ( $pf'$ ), in welcher eine überzählige Gliedmaße gelenkt, hinter dieser Pfanne liegt in ihnen ein überzähliges großes Beckenloch ( $m'$ ), das bei ihrer Verwachsung mit den Regenerationskegeln der Wunden  $r^1$  und  $r^2$  ausgespart wurde. Unten wurde jeder von ihnen zu einem äußeren Beckenringabschnitt und dem zugehörigen Pubicum ( $pu'$ ), zwischen denen, genau wie am normalen Becken, ein kleines Beckenloch ( $o'$ ) liegt. Dabei kehren diese überzähligen Beckenabschnitte ihr Pubicum einander zu, d. h. der aus der Wunde  $r^3$  entstandene Beckenabschnitt ist gleich einem entsprechenden normalen rechtseitigen, der aus der Wunde  $r^4$  entstandene einem entsprechenden normalen linksseitigen; sie haben also bei ihrer Entwicklung kein Symmetrieverhältnis zu einander angestrebt.

Jedenfalls aber beweisen die beschriebenen Becken, daß die Entstehungsursachen ihrer Mißbildungen und die Art, wie diese ausgebildet werden, genau jener Art entspricht, die auch bei anderen Organen vorwiegend maßgebend ist. —

Die Entstehungsursache der Gesamtverbildungen dieser Individuen aber war folgende: Bei ihrer Embryonalanlage (Fig. 4f) wirkte die verbiegende Kraft ( $p$ ) nicht nur auf das Becken ein und erzeugte in demselben den beschriebenen Einriß ( $lr$ ), der bis an das Sacrum reicht, sondern diese Kraft verbog natürlich gleichzeitig den ganzen Hinterabschnitt des Thieres und der Riß gieng deshalb durch dessen ganze linke Seite bis fast zur Mittellinie des Thieres, hierbei traf er

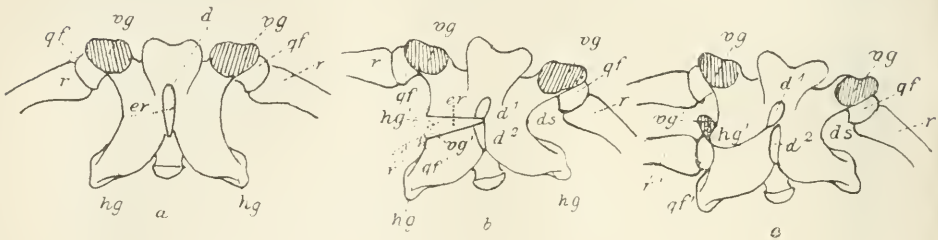
auch die linke Seite des Darmes hart an der Cloake und erzeugte daselbst eine Wunde, aus welcher dann die überzählige Cloake und mit Hilfe der zugehörigen Hautpartie auch der After herauswachsen, während die überzähligen Blinddärme des Thieres wahrscheinlich nicht aus Darmwunden entstanden sind, sondern in Correlation zu der überzähligen Cloake des Thieres aus einfachen Erweiterungen des Darmes.

### Cap. 5. Das Entstehen überzähliger Wirbelpartien.

Überzählige Wirbelpartien entstehen dann, wenn bei einem Embryo die Wirbelsäule oder ein Theil derselben über ein bestimmtes Maß verbogen wird. Haut- und zugehörige Weichtheileinrisse dürfen dabei diese Verbiegung der Wirbelsäule nicht begleiten, sonst geben sie Veranlassung zur Entstehung von viel großartigeren hyperregenerativen Verbindungen des Thieres, auf die ich noch zurückkomme.

Jede Wirbelsäule kann dabei als ein Stab betrachtet werden, der aus Gliedern zusammengesetzt ist, die in Gelenken zusammenstoßen. Wenn eine biegende Kraft auf ein solches Gebilde einwirkt, dann

Fig. 5.



wird dieses zunächst dem Biegungseinfluß durch Gelenkbewegungen auszuweichen suchen und erst, wenn die angegriffenen Gelenke das Maximum ihrer Nachgiebigkeit erreicht haben, werden die Wirbel selbst durch die Verbiegung auf Druck oder Zug beansprucht. Dabei werden eventuell, wenn die Wirbel entweder mit größeren Querfortsätzen verbunden sind, wie bei den Fröschen, oder größere obere und untere Dornfortsätze haben, wie bei den Fischen, diese Fortsätze auf der Druckseite der Verbiegung einander genähert, bis sie an einander stoßen und durch den Druck, den sie dabei auf einander ausüben, verwachsen, während die entsprechenden Wirbelfortsätze auf der Zugseite der Verbiegung durch das zwischen ihnen ausgespannte Binde- und Muskelgewebe eine so starke Zugbeanspruchung erleiden, daß sie dadurch von den Wirbeln entweder ganz abgebrochen oder angebrochen werden, wodurch ihnen im letzteren Fall die Gelegenheit zur Superregeneration gegeben wird. Im Maximum der Wirbelsäulenverbiegung werden dann auch jene Wirbelkörper, die im Zugscheitel der Verkrümmung liegen, auf der Zugseite einen Einriß erhalten, und damit ist auch ihnen die Gelegenheit zur Auslösung von Regenerativkräften gegeben, die dann in folgender Weise verläuft.

Trägt ein Wirbel einen derartigen Einriß auf seiner linken Seite

(Fig. 5 a ist *er* angedeutet; in Fig. 5 b, *er* klaffend), so schaut die vordere der diesen Einriß bildenden Wundflächen nach hinten und superregeneriert daher den hinteren Theil der Wirbelseite, zu der sie gehört, also ein Stück Wirbelkörper und den dazu gehörigen hinteren Gelenkfortsatz (Fig. 5 b, *hg'*); dagegen schaut die hintere dieser beiden Wirbelwundflächen nach vorn und superregeneriert demnach den vorderen Theil der Wirbelseite, zu der sie gehört, also einen vorderen Wirbelkörperabschnitt nebst dem zu diesem gehörigen vorderen Gelenkfortsatz (*rg'*) und den darunter liegenden Querfortsatz (*g'*) mit der Rippe (*r'*); es entsteht demnach aus dem einfachen Wirbel ein solcher (Fig 5 c), der auf der Druckseite seiner Verbiegung einfach bleibt, auf seiner Zugseite dagegen eine Art Doppelwirbel ist.

Eine entsprechende Verbildung erhält natürlich ein Wirbel, der seinen Einriß auf der rechten Seite hat, während dagegen ein Wirbel, der einen Einriß quer über seine Unterseite erhält, nach vollendeter Superregeneration aus zwei Wirbeln zu bestehen scheint, die einen gemeinsamen einfachen Rücken haben; und wenn der Quereinriß die Rückenseite des Wirbels durchfurcht, wird der Wirbel im Rückenheil verdoppelt sein, im Ventralheil aber einfach bleiben.

Derartige Wirbel sind in der Litteratur bereits mehrfach beschrieben, aber nicht richtig gedeutet worden, so von Baur, der sie für Beweise der »Intercalation von Wirbeln« hält, von Bateson, der in ihnen (normale) »Wirbelvariationen« erblickt und vor Allem von H. Adolphi, der sie in den drei höchst sorgfältigen und schönen Arbeiten: Über Variationen der Spinalnerven und der Wirbelsäule anurer Amphibien, Morph. Jahrb. 1892, p. 314, 1895, p. 449 u. 1896, p. 115 als Atavismus beschreibt. Mir selbst liegen mehrere derartig verbildete Schlangenskelete und die beiden Wirbelsäulen einer Zwillingbildung vom Schaf vor, die geschlängelt verbildet sind und in jedem Krümmungsscheitel einen einseitigen Doppelwirbel aufweisen, dessen Verdoppelung jedes Mal an der Zugseite der Wirbelsäulenverbiegung eingetreten ist. —

## Cap. 6. Das Entstehen von Doppelköpfen, Doppelgesichtern und Zwillingbildungen.

Es wurde bereits erwähnt, daß bei einem Embryo, dessen durch Verbiegung entstandener Wirbelbruch begleitet wird von einem zugehörigen Haut- und Weichtheileinriß, eine weit größere superregenerative Verbildung eintritt als bei einfachem Wirbelbruch. Das ist in der That der Fall, denn dringt z. B. ein solcher Riß durch die Weichtheile einer Halsseite des Embryos bis in eine seiner Halswirbelanlagen hinein, so entsteht dadurch ein Individuum mit 2 freien Köpfen, die auf einem Halse sitzen, der von einer bestimmten Stelle an gegabelt ist, so daß jeder Kopf auf einem nur für ihn bestimmten Halsabschnitt sitzt.

Auf ähnliche Weise entstehen auch Individuen mit zwei Gesichtern, die das Hinterhaupt gemeinsam haben; bei ihnen dringt ein Längsriß durch die Weichtheile einer Gesichtshälfte und deren Gesichtsknochenanlagen bis zum Hinterhaupt vor und aus dem Riß entsteht das überzählige Gesicht.



Nach der Methode der Verwundung durch Verbiegung entstehen in freier Natur endlich auch Zwillingsbildungen, so z. B. ein Schaf, das ich untersuchen konnte und dessen beide Individuen nur in der Beckengegend verwachsen sind und ihre Bauchseiten einander zukehren. Als dieses Schaf noch Embryonalanlage war, wirkte — seine Bauchseite in der Nähe der Afteranlage angreifend — eine verbiegende Kraft so von unten auf seinen hinteren Körperabschnitt ein, daß dieser in einem fast rechten Winkel nach oben verbogen wurde, wobei sich das Ischium jeder Körperseite in der Oberschenkelpfanne senkrecht zu seinem Ileum stellte, darauf erhielt der Embryo in der Beckenregion — dem Scheitelpuncte dieser Verbiegung — einen quer über die ganze Bauchseite hinwegziehenden Riß, der bis in das Ischium jeder Körperseite eindrang. Aus dieser Wunde erzeugte dann der Organismus superregenatisch seinen von der Wunde peripher liegenden Theil, d. h. ein völlig neues Individuum, das mit seinem Stammindividuum nur im Beckenabschnitt, aus dem es entstanden ist, zusammenhängt.

Als zweites Beispiel des Entstehens von Zwillingsbildungen diene der bekannte Zwilling, der aus zwei Individuen besteht, die nur mit den Vorderseiten ihrer Brustregionen so verwachsen sind, daß ihre Wirbelsäulen einander fast gegenüberliegen und deren Brustbeine je eine Seite des Brustkorbes des Zwillings bilden und ebenfalls einander gegenüberliegen. Es erhielt das Stammindividuum dieses Zwillings als Embryonalanlage in Folge Knickbeanspruchung einer Seite in deren Brustregion einen Längsriß, der sämtliche Brustrippen so spaltete, daß deren Wunden in einer Längsebene des Embryonalkörpers lagen. Aus diesem Längseinriß erzeugte dann der Embryo superregenerativ die Brustwirbel und das Brustbein des überzähligen Individuums und zwar erzeugten dabei die am Stammbrustbein stehen gebliebenen Rippenbruststücke den von ihnen peripher liegenden Theil des Brustkorbes, das heißt die überzähligen Brustwirbel und die eine Seite des überzähligen Brustbeins, während die Rippenbruchstücke, welche an den Brustwirbeln des Stammindividuums befestigt waren — als Superregenerationen ihrer peripheren Brustkorbtheile — untere Rippenstücke und die zweite Hälfte des überzähligen Brustbeins ausbildeten. beim Gegeneinanderwachsen legten sich dann später die beiden Hälften des überzähligen Brustbeins an einander.

### III. Personal-Notizen.

#### Notiz.

Da ich seit Anfang December auf einer wissenschaftlichen Reise nach Ägypten und dem Sudan gewesen bin und während dem meine Correspondenz nicht gut im Laufenden habe halten können, so bitte ich diejenigen meiner Herren Freunde und Correspondenten, die mir gütigst Abhandlungen und Arbeiten zugesandt haben, um Entschuldigung, falls sie keine Bestätigungsbriefe erhalten haben sollten, und erlaube mir hiermit ihnen den Empfang zu bestätigen.

Upsala, den 25. Juli 1901.

L. A. Jägerskiöld.

#### Necrolog.

Am 21. Juli starb Henry de Lacaze-Duthiers auf seiner Besitzung Las Fous in Périgord, im 80. Jahre seines Lebens.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zoologischer Anzeiger](#)

Jahr/Year: 1901

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Tornier Gustav

Artikel/Article: [Neues über das natürliche Entstehen und experimentelle Erzeugen überzähliger und Zwillingsbildungen. 488-504](#)