

Über eine dreischwänzige Eidechse mit sieben Schwanzskeleten.

Von

Ludwig Gräper.

(Aus der Anatomischen Anstalt zu Leipzig.)

Mit Tafel XXII.

Eingegangen am 10. März 1909.

Schon seit dem Altertume sind, wie PLINIUS berichtet, Eidechsen mit doppeltem Schwanze bekannt. Die Literatur über die mehrschwänzigen Eidechsen hat FRAISSE¹⁾ mit großer Genauigkeit zusammengetragen. Ich kann deshalb in diesem Punkte auf ihn verweisen und nenne nur kurz die Namen: PLINIUS, PORTA, ALDROVANDUS, JOHNSTONUS, GESNER, MARCGRAV, MARCHANT, NEEDHAM, der der erste gewesen zu sein scheint, der in dieser merkwürdigen Abnormität ein Produkt der Regeneration sah, und nicht, wie die früheren Autoren, eine Mißbildung oder gar eine besondere Art. Auch NOBLEVILLE verfällt wieder in den Irrtum, daß es sich um eine Mißbildung handle. Von späteren Autoren sind noch BORY DE SAINT VINCENT, CUVIER, DUGÈS, GACHET, GLÜCKSELIG, EVERSMAAN und HEINRICH MÜLLER von FRAISSE genannt.

FRAISSE selbst verbreitet sich kaum über die mehrfache Regeneration des Eidechschschwanzes. Dennoch ist das Studium seiner Arbeit für jeden, der sich mit diesem Thema beschäftigt, unerläßlich, nicht nur wegen der ausgezeichneten und ausführlichen Literaturkritik und der Literatúrauszüge, sondern wegen der exakten Beschreibung der einfachen Regenerationsvorgänge. Er erwähnt nur zwei

¹⁾ FRAISSE, Regeneration von Organen und Geweben bei den Wirbeltieren, besonders Amphibien und Reptilien. Cassel-Berlin 1885.

mehrschwänzige Eidechsen, die sich in der Würzburger zoologischen Sammlung befinden, aber nicht anatomisch untersucht wurden. Auf die Erklärungsversuche FRAISSES komme ich unten zurück.

Neben und schon vor FRAISSE hat HEINRICH MÜLLER¹⁾ sich mit der histologischen Untersuchung des regenerierten Gewebes am Eidechschenschwanz beschäftigt und besonders in seiner letzten Abhandlung hierüber ganz ausgezeichnete Abbildungen gebracht. Über die von ihm beobachtete und untersuchte Eidechse mit zwei Schwänzen werde ich weiter unten referieren. Er nennt auch noch GEOFFROY ST. HILAIRE als älteren Autor.

Von jüngeren Autoren kommt eigentlich nur TORNIER in Betracht, auf dessen Arbeiten ich unten noch zurückkomme.

Angesichts dieser großen Literatur, in der auch das causale Verhältnis eingehend erörtert, und zum Teil auch durch Experimente die gebildete Ansicht gestützt wird, würde ich nicht mit einem neuen Falle vor die Öffentlichkeit treten, wenn mir seine genaue Untersuchung nicht merkwürdige, anfangs nur gezwungen erklärbare Verhältnisse gezeigt hätte, die sich aber doch sehr einfach erklären lassen, wenn man eine merkwürdige spezifische Regenerationsfähigkeit des Eidechschenschwanzes anerkennt, deren tatsächliches Bestehen ich erweisen werde.

Die Eidechse, eine *Lacerta agilis*, die dem Händler von einem Unbekannten, der sie in der Freiheit gefangen haben will, eingeliefert wurde, gewährte mit ihren drei ziemlich in einer Sagittalebene liegenden und schön geschwungenen Schwänzen einen zierlichen und das ästhetische Gefühl befriedigenden Anblick, der allerdings in der Photographie (Fig. 5), die in halber Narkose ausgeführt ist, nicht recht zum Ausdruck kommt. Der längste, mittlere Schwanz dürfte allerdings nur die Hälfte bis ein Drittel des für *Lacerta agilis* normalen Schwanzes erreicht haben.

Der Schwanz wurde in Narkose möglichst hoch oben abgetragen, in Pikrinsäuresublimat fixiert und in Celloidin eingebettet. Man muß hierbei allerdings, um eine gute und rasche Fixierung und Durchtränkung mit Celloidin zu erhalten, auf einer Seite die Schuppen abtragen. Das Tier selbst wurde noch am Leben erhalten, nachdem die vorhergehenden Wirbel verletzt waren. Eine Regeneration fand allerdings nicht statt, und das Tier ging später zugrunde, wohl

¹⁾ MÜLLER, HEINRICH, Über Regeneration der Wirbelsäule und des Rückenmarkes bei Tritonen und Eidechsen. Abhandlungen der SENCKENBERGSchen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. V. 1864—1865.

weil die Cloake verletzt war, was nach FRAISSE immer den Tod bewirkt.

Die lückenlose Sagittalschnittserie wurde aufs genaueste untersucht. Diese Untersuchung wurde dadurch erschwert, daß ein genauer Medianschnitt nicht erreicht werden konnte, zumal die Knorpelröhren nicht gestreckt und median verlaufen, sondern leicht gewellt sind. Besonders kompliziert sind die Verhältnisse in dem mit *E* bezeichneten mittleren Schwanz, in dem sich vier Knorpelröhren mit verschiedenen dicken, zum Teil verwachsenen Wandungen zusammendrängen, die selbstverständlich in den verschiedensten Ebenen liegen.

Die Abbildung (Fig. 4) kann daher nur einen schematischen Charakter tragen, besonders da neue histologische Details nicht mitzuteilen sind. Es wurden in ihr alle Gebilde, die hier von Interesse sind, auf die mediane Sagittalebene projiziert und, um sie übersichtlich darstellen zu können, etwas schmaler und regelmäßiger gehalten, als sie in Wirklichkeit sind. Die Muskulatur, die Gefäße und die Öffnungen in den Knorpelröhren, durch die Gefäße und zahlreiche Pigmentzellen eindringen, wurden nicht dargestellt, um die Zeichnung nicht zu komplizieren.

Ich gehe zur Besprechung der Abbildung 4 über. Im Stammstück *A* ist ein Stück der normalen Wirbelsäule mit den procölen Wirbelkörpern und den Neuralbögen zu sehen. Die Wirbelsäule ist gebrochen und der distalste Knochen, den man sieht, gehört dem ventralwärts abgeknickten Frakturstück *B* an. Auffallend ist, daß die an die Frakturlinie angrenzenden Wirbelstücke länger sind als die normalen Wirbel, ein Umstand, der besonders zu denken gibt, da wir seit LEYDIG wissen, daß der Bruch des Eidechsenchwanzes nicht im Gelenk, sondern in der präformierten Querteilung der Wirbel erfolgt. Es gibt hier zwei Möglichkeiten der Erklärung: Entweder vergrößern sich die Frakturstücke durch direktes appositionelles Knochenwachstum, was wohl nicht unmöglich ist, mir aber nicht dem tatsächlichen Verhalten zu entsprechen scheint, oder aber das der Frakturlinie zunächst liegende Gelenk verknöchert derart, daß es vollständig in der Knochenstruktur aufgeht und nicht mehr erkannt werden kann. So finde ich in dem Frakturstück *B* eine Knorpelscheibe, die vielleicht einem in Degeneration begriffenen Gelenke entspricht. Obgleich ich hierauf keinen allzugroßen Wert legen möchte, dürfte es sich doch empfehlen, bei weiteren Untersuchungen darauf zu achten (s. a. MÜLLER, Taf. XXV Abb. 2).

Sowohl in dem Stammstück *A* als in dem Frakturstück *B* ist je

ein Stück des Rückenmarkes vorhanden. In ihm ist durch die schwarze Linie der Centralkanal dargestellt. Nach dem freien Ende setzt sich dieser Centralkanal in die regenerierten Schwänze fort, umgeben von einem allmählich sich verjüngenden und bald ganz aufgehörenden Fortsatze nervöser Substanz. An der Bruchfläche des Wirbelkörpers und am Wirbelbogen setzt sich das Knorpelrohr an und zieht sich bis zur Spitze des regenerierten Schwanzes hin.

So sehen wir in dem mit *B'* bezeichneten Regenerate ein kräftiges, langes Knorpelrohr, das im Innern bis gegen das Ende hin ein kräftiges Epithelrohr enthält, das die Fortsetzung des Centralkanals des Rückenmarkes darstellt, und das ich der Kürze halber später einfach als »Centralkanal« bezeichnen werde.

In dem Abschnitt *C* finden sich zwei Knorpelröhren, die an mehreren Stellen leicht miteinander verwachsen sind und in ihrem Innern je einen Centralkanal haben.

Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich in dem oberen Schwanz *D*.

Die kompliziertesten Verhältnisse zeigt der mittlere Schwanz *E*. Die in *C* beschriebenen Knorpelröhren setzen sich zunächst in ihn hinein fort, legen sich dann dicht aneinander und verschmelzen im mittleren Drittel des Schwanzes zu einem einzigen Rohr, das nunmehr zwei Centralkanäle enthält. Außerdem sind noch zwei allerdings sehr schmale und miteinander verlötete Knorpelröhren in dem Schwanz *E* vorhanden, so daß dieser Schwanz vier Skelete besitzt. Allerdings sind in den beiden letzterwähnten Knorpelröhren keine Centralkanäle vorhanden, und man kann höchstens im proximalen Ende je ein feines Fädchen konstatieren, das wohl vom Centralkanale abstammt.

Verfolgt man nun diese beiden Knorpelröhren proximalwärts, um ihre Abzweigung vom Knochen festzustellen, so sieht man, daß sie mit diesem keinerlei Zusammenhang haben. Vielmehr gehen sie unmittelbar in die des Schwanzes *D*, und zwar in deren proximale Enden über, die ihrerseits völlig isoliert sind.

Dies ist der merkwürdigste Befund an unserm Objekt: Wir haben hier also einen Schwanz (*D*), dessen Skelet proximal überhaupt nicht mit dem übrigen Schwanzskelet zusammenhängt und nur durch Vermittlung der beiden dorsalen Knorpelröhren des Schwanzes *E* mit den ventralen desselben einen losen und ganz peripheren Zusammenhang hat.

Die Centralkanäle von *D* sind überhaupt von dem Rückenmarke gänzlich isoliert.

Ganz gewiß ist diese letztere Tatsache nicht als ein Gegenbeweis gegen den Satz zu verwerten, den der so exakt beobachtende FRAISSE an die Spitze seiner Schlußfolgerungen gesetzt hat: daß nämlich bei Amphibien wie bei Reptilien verletzte Gewebe nur imstande sind, wiederum gleichartige Gewebe zu erzeugen. Man wird also nach einer Erklärung suchen müssen. Zunächst wird man daran denken können, daß jemand bei einer Eidechse, die nur die Schwänze *B'* und *C* (letzteren mit zwei Knorpelröhren) regeneriert hatte, das Ende des letzteren amputiert und an der Dorsalseite von *C* implantiert hätte. Das würde erstens erklären, warum die Centralkanäle von *D* keinerlei Zusammenhang mit dem Rückenmark haben. Die beiden dorsalen Knorpelröhren von *E* könnte man sich dann ferner dadurch entstanden denken, daß sie von der Schnittfläche des implantierten *D* aus in *E* hineingewachsen wären. Immerhin wäre eine Implantation doch eine nicht ganz leichte Operation, und schon deswegen darf man sie bei einer im Freien eingefangenen Eidechse nicht als geschehen annehmen.

Der Schlüssel für die Erklärung des eigenartigen Regenerationsproduktes ist uns im Objekt selbst an der Gabel I gegeben. An den erhaltenen Knochen und dem Rückenmark sehen wir, daß hier ein Trauma I stattgefunden hat mit dem Erfolge, daß das Ende des Schwanzes vollständig verloren ging, und daß ferner etwas oberhalb gleichfalls eine vollständige Fraktur der Wirbelsäule mit Durchtrennung des Rückenmarkes und der dorsalen Weichteile erfolgte. Das Frakturstück *B* hing also nach unten dislociert an den ventralen Weichteilen, wie die schematische Fig. 1 zeigt, und wurde von diesen aus genügend ernährt. Aus dem Studium unsres Objektes erkennen wir nun mit absoluter Sicherheit, daß ein solches Schwanzbruchstück, wenn nur der Bruch vollständig ist, imstande ist, nach beiden Seiten — sowohl proximal als distal — einen Schwanz zu regenerieren, und daß, wenn wie in unserm Falle auch ein Stück Rückenmark im Frakturstück sich befindet, dieses ebenfalls nach beiden Seiten hin einen Centralkanal in das Knorpelrohr senden und auch etwas nervöse Substanz nach beiden Seiten hin regenerieren kann. (Die von dem Stammstück und von dem Bruchstück distal regenerierten Knorpelröhren möchte ich im folgenden als Regenerate erster Ordnung [*RIO*], die von dem Bruchstücke proximal regenerierten Knorpelröhren als Regenerate zweiter Ordnung [*RIIO*] bezeichnen. Die Schwänze werde ich im folgenden nach der höchsten Ordnung der in ihnen enthaltenen Knorpelröhren bezeichnen.)

Da nun aber gleichzeitig das Stammstück *A* nach hinten einen neuen Schwanz regeneriert, so wird dieser mit dem von *B* proximal regenerierten Schwanz in den meisten Fällen eine gemeinsame Cutishülle erhalten. Wir werden also einen Doppelschwanz mit drei Schwanzskeleten erhalten, wie ihn Fig. 2 schematisch darstellt. Das Regenerat *B'* ist eines erster Ordnung, das Regenerat *C* ein solches zweiter Ordnung, da es eine gewissermaßen retrograd gebildete Komponente (*RIIO*) enthält.

Wenn dieses Regenerat zweiter Ordnung nun von einem Trauma II befallen wird, wobei beide Knorpelröhren und die Weichteile einer Seite (in unserm Falle der Ventralseite) durchtrennt werden, so daß das Bruchstück nach einer Seite (nach oben) dislociert wird (Fig. 3), so wird man füglich annehmen können, daß auch diesem Bruchstück eine abermalige retrograde Regeneration zukommt, wobei ich unentschieden lasse, ob hierbei der gänzliche Verlust der Spitze von *D* erforderlich ist oder nicht. Auch jetzt ist es naheliegend, daß die beiden sich jetzt regenerierenden Schwänze mit je zwei Skeleten wieder eine gemeinsame Cutishülle erhalten und ein Regenerat dritter Ordnung bilden. Dieses enthält in seinen vier Knorpelröhren ein zweimal retrograd (*RIIO*), zwei je einmal retrograd regenerierte (*RIIO*) und ein einfach regeneriertes Knorpelrohr (*RIO*). Nach diesem zweiten Trauma haben wir also einen dreifachen Schwanz mit sieben Schwanzskeleten, wie ihn unser Objekt (Fig. 4) darstellt.

Speziell passen einige an dem Präparate gemachte Beobachtungen ausgezeichnet auf diese Erklärungsart: Wenn bei dem Trauma II die Knorpelröhren von *C* eröffnet wurden, so ist es besonders leicht möglich, daß sie bei ihrem Wachstum sich zu einer einzigen Röhre vereinigten, die nunmehr beide Centralkanäle enthält. Auch die besondere Schwäche der beiden dorsalen Knorpelröhren von *E* und das Fehlen der Centralkanäle in ihnen spricht für ihre Regeneration von *D* aus. Schließlich ist nur auf diese Weise ungezwungen erklärt, warum die Centralkanäle von *D* von den übrigen Centralkanälen und vom Rückenmark vollständig abgesondert sind und nur feine Fortsätze in der Richtung nach *E* zu aussenden.

Betrachten wir nun mit Rücksicht auf diese Erklärung die Veröffentlichungen älterer Autoren:

Ich beginne mit TORNIER¹⁾. Seine Abbildung 3 zeigt eigentlich genau den Typus meiner Fig. 2, d. h. es ist ein Doppelschwanz mit

¹⁾ TORNIER, Über experimentell erzeugte dreischwänzige Eidechsen und Doppelgliedmaßen an Molchen. Zool. Anz. Bd. XX. 1897.

drei Knorpelröhren. Meiner Ansicht nach ist der untere Schwanz als Regenerat erster, der obere als ein solches zweiter Ordnung anzusprechen. Daß die Abbildung nicht wie die meine eine komplette Fraktur und das Aufsitzen der beiden Knorpelröhren auf den Bruchflächen zeigt, ist vielleicht dadurch zu erklären, daß TORNIER nur die Röntgenphotographie zur Untersuchung angewendet hat, die für so feine Verhältnisse nicht ausreicht. Dieser Doppelschwanz ist experimentell erzeugt, und es scheint mir gezwungen, wenn TORNIER zur Erklärung annimmt, daß durch den einen Schnitt, den er quer im Schwanz anbrachte, zwei Wirbel verletzt worden seien, noch dazu an Stellen, die nach der Skizze doch recht weit auseinander liegen.

Um eine ganz ähnliche Bildung wird es sich bei der TORNIERschen Fig. 4 handeln, nur daß die Fraktur nach oben zu geschehen ist, und demgemäß die beiden unteren Schwänze, die hier nur stellenweise verwachsen sind, das Regenerat zweiter Ordnung darstellen. Auch TORNIER erwähnt, daß die überzähligen Schwänze aus Einknickstellen des Schwanzes hervorwachsen. Meine Erklärung paßt auch sehr gut auf die Methode, mit der TORNIER diese mehrfachen Schwänze erzeugt. Er schneidet nämlich mit einem scharfen Messer einer Eidechse die Schwanzspitze ab und kerbt gleichzeitig den Schwanzstummel weiter aufwärts so ein, daß einer seiner Wirbel stark verletzt wird. Dabei weist er besonders darauf hin, daß man den Wirbel nicht zu wenig und nicht zu stark beschädigen darf. Im ersten Falle unterbleibt die Regeneration, im letzteren atrophiert das Schwanzstück. Dazu muß ich bemerken: Kann es eine stärkere Beschädigung durch einen einfachen Schnitt geben, als die komplette Fraktur? Und trotzdem sind bei unserm Objekte so prächtige Regenerate entstanden. Die allzustarke Verletzung eines Wirbels kann also die Regeneration nicht hindern. Vielmehr wird wohl die zu weite Durchtrennung der Weichteile an der von TORNIER beobachteten Nekrose des Schwanzstückes schuld sein. Die allzu oberflächliche Verletzung wird hingegen der Muskulatur der Gegenseite nicht die Möglichkeit geben, den Wirbel vollständig zu frakturieren. Ich will nicht behaupten, daß in seltenen Fällen nicht auch die bloße Verletzung eines Wirbels ohne Fraktur zur Bildung eines überzähligen Schwanzes Veranlassung geben kann. Das von TORNIER beigebrachte Material kann aber in seiner jetzigen Bearbeitung als hierfür beweisend nicht angesehen werden und müßte vor allem an Schnittserien untersucht werden. Vielleicht würde dann die komplette Fraktur in vielen Fällen noch gefunden. Deshalb möchte ich auch der Voraus-

sage TORNIERS, daß man ohne Schwierigkeiten vier-, fünf- und vielleicht noch mehrspitzige Eidechsenchwänze experimentell erzeugen wird, wenn man durch einen schrägen konkaven Schnitt den Schwanz so abschneidet, daß vier oder fünf Wirbel stark verletzt werden, nur unter der Voraussetzung zustimmen, daß zwei Wirbel vollständig brechen. Man hätte dann fünf Bruchflächen, von denen aus fünf Knorpelröhren sich regenerieren könnten.

In der übrigen Literatur findet sich als ätiologisches Moment für die Mehrfachbildung des Schwanzes immer die Einknickung des Schwanzes herangezogen. FRAISSE sagt wörtlich: »Auch ich komme bei der Beobachtung dieser Objekte zu dem Schluß, daß es stets nur eigentümliche, durch unvollkommene Ruptur des Schwanzes entstandene Mißbildungen sind.« Er erwähnt ein Exemplar von *Podinema teguixim* mit drei Gabeln, »von denen die beiden oberen durch eine Epidermiswucherung zusammengehalten werden«, also einen meinem in Fig. 2 gezeichneten Typus entsprechenden Fall.

MOQUIN beobachtete den Anfang eines neuen Schwanzes über einem unvollständig abgebrochenen. GACHET erklärt die Doppelschwänze durch unvollkommene Amputation, ein Begriff, den DUGÈS geprägt zu haben scheint.

MÜLLER erklärt in seiner ersten Arbeit¹⁾ die Entstehung eines Doppelschwanzes bei Eidechsen dadurch, daß oberhalb der Bruchstelle eine Verletzung zustande gekommen sei, die die Biegung des Stumpfes bewirkt habe. Aus der Knickungsstelle ist der obere Schwanz entsprossen. In seiner letzten zusammenfassenden Arbeit²⁾ sagt er offenbar über dieselbe Eidechse: »Jeder der beiden Schwänze enthält denselben hohlen Strang, der sich bei andern Eidechsen als Fortsetzung des Rückenmarkes erwiesen hat. Es findet also eine Spaltung des Rückenmarkes statt. Neue Schnitte des jetzt härter gewordenen Präparates lassen keinen Zweifel. Dieselben zeigen aber weiter folgendes: In dem oberen der beiden Schwänze liegen drei Kanäle mit den bekannten radiär geordneten Zellen nahe beisammen. Zwei derselben sind mit ziemlich viel peripheri-

1) MÜLLER, HEINRICH, Über eine Eidechse mit zwei übereinander gelagerten Schwänzen, welche beide als das Produkt einer überreichen und durch den feineren Bau des Wiedererzeugten bemerkenswerten Reproduktionskraft erscheinen. Verhandl. d. Physikal.-Mediz. Gesellschaft zu Würzburg. Bd. II. 1852.

2) MÜLLER, H., Über Regeneration der Wirbelsäule und des Rückenmarkes bei Tritonen und Eidechsen. Abhandlungen d. SENCKENBERGSchen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. V. 1864—1865.

scher Substanz in eine gemeinsame Faserhülle eingeschlossen, der dritte aber besitzt eine besondere Hülle. Da dieses Verhältnis sich gleich bleibt an Schnitten, die ziemlich entfernt voneinander angelegt sind, so kann es sich hier nicht um eine Windung handeln, wie oben bei *Triton*, sondern es muß eine der beiden hohlen Fortsetzungen des Rückenmarkes sich noch zweimal geteilt haben. «

Betrachten wir nun die hierzu gehörige Abbildung 4 Taf. XXV, so ergibt sich, daß es sich eigentlich nur um zwei Centralkanäle handelt. Der eine hat nur ein geteiltes Lumen, wie es FRAISSE auch bei einfachen Regeneraten nach vollständiger Amputation des Schwanzendes beobachtete. Es scheint sich also auch bei diesem Falle um einen meiner Fig. 2 entsprechenden Fall zu handeln. Auch MÜLLER hat leider sein Objekt nicht vollständig untersucht.

Bei MÜLLER findet sich auch ein Hinweis auf GEOFFROY ST. HILAIRE¹⁾, der angibt, man könne sogar bei Eidechsen, und besonders bei Salamandern, die Vervielfältigung des Schwanzes willkürlich hervorbringen, wenn man das Ende des Stumpfes in zwei oder mehrere Lappen teilt und diese getrennt hält, bis die Vernarbung von jedem geschehen ist. Hierdurch können meines Erachtens wenn überhaupt, so doch nie spontan Doppelschwänze entstehen. Ähnlich verhält es sich mit den Angaben von GLÜCKSELIG, der die spätere Gabelung des Schwanzes auf eine durch irgend einen äußeren Einfluß entstehende Spalte am Wundrande zurückführt.

Demnach scheinen alle in der Literatur beschriebenen mehrfachen Eidechsenchwänze auf dieselbe Art entstanden zu sein, wie ich es für unser Objekt erwiesen habe.

Um einen Begriff davon zu geben, welche große Zahl von Möglichkeiten sich bei meiner Anschauung über die Mehrfachregeneration des Eidechsenchwanzes ergeben, lasse ich hier eine Übersicht folgen:

I. Trauma I.

I A.

Einfache Regeneration

1 Knorpelröhre

RIO (1 Schwanz).

I B.

Unvollkommene Amputation

3 Knorpelröhren

¹*RIO*, ²*RIIO*, ³*RIO*,

a) 1, 2, 3 einzeln (3 Schwänze),

b) 1 einzeln, (2 + 3) zusammen (2 Schwänze),

c) (1 + 2 + 3) zusammen (1 Schwanz).

¹⁾ GEOFFROY ST. HILAIRE, Histoire des anomalies. T. I. p. 644. (Zitiert nach MÜLLER.)

I C.

2 Knorpelröhren können theoretisch zustande kommen, wenn die beiden im zweiten Schwanz von IBb enthaltenen Knorpelröhren sich zu einem einzigen vereinigen und dann 2 Centralkanäle enthalten. Nach TORNIER kann ein zweites Knorpelrohr auch von der Verletzungsstelle eines höheren Wirbels ausgehen. Schließlich können sich nach GLÜCKSELIG 2 Knorpelröhren auch auf oben erwähnte Weise bilden. Diese Möglichkeiten sollen bei dieser Übersicht unberücksichtigt bleiben, da sie zum Teil unwahrscheinlich, zum Teil unkontrolliert sind.

II. Trauma II.

Durch einfache Regeneration eines abgetrennten Schwanzstückes können sich natürlich alle die Bilder erhalten, die bei Trauma I entstanden sind (4 Möglichkeiten).

Kommt ferner unvollkommene Amputation zustande, so können die unter IB angeführten Bilder beim Trauma II entstehen (IIA, 3 Möglichkeiten).

Durch unvollkommene Amputation eines der Schwänze von IB entstehen:

II B a aus I B a, 5 Knorpelröhren.

α) wenn 1 oder 3 amputiert ist:

1 Schwanz mit 1 Knorpelröhre, RIO,

1 Schwanz mit 1 Knorpelröhre, RIIO,

außerdem 3 Knorpelröhren, ¹RIO, ²RIIO, ³RIO,

αα) 3 Schwänze: 1, 2, 3 (5 Schwänze im ganzen),

ββ) 2 Schwänze: 1, (2 + 3) (4 Schwänze),

γγ) 1 Schwanz: (1 + 2 + 3) (3 Schwänze).

β) wenn 2 amputiert ist:

2 Schwänze mit je 1 Knorpelröhre, RIO,

außerdem 3 Knorpelröhren, ¹RIIO, ²RIIO, ³RIIO,

αα) 3 Schwänze: 1, 2, 3 (5 Schwänze),

ββ) 2 Schwänze: 1, (2 + 3) (4 Schwänze),

γγ) 1 Schwanz: (1 + 2 + 3) (3 Schwänze).

6 Möglichkeiten.

II B b aus I B b.

- α) wenn 1 amputiert ist: 5 Knorpelröhren,
 1 Schwanz mit 2 Knorpelröhren, $RIO + RIIO$,
 außerdem 3 Knorpelröhren, RIO , $RIIO$, RIO ,
 αα) 3 Schwänze: 1, 2, 3 (4 Schwänze),
 ββ) 2 Schwänze: 1, (2 + 3) (3 Schwänze),
 γγ) 1 Schwanz: 1 + 2 + 3 (2 Schwänze).
- β) wenn (2 + 3) amputiert ist: 7 Knorpelröhren,
 1 Schwanz mit 1 Knorpelröhre, RIO ,
 außerdem 6 Knorpelröhren,
 RIO , $RIIO$, $RIIO$, $RIIO$, RIO , $RIIO$,
 αα) 3 Schwänze: (1 + 2), (3 + 4), (5 + 6) (4 Schwänze),
 ββ) 2 Schwänze: (1 + 2), (3 + 4 + 5 + 6) (3 Schwänze)¹⁾,
 γγ) 1 Schwanz: (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6) (2 Schwänze).
- 6 Möglichkeiten.

II B c aus I B c, 9 Knorpelröhren.

- RIO , $RIIO$, RIO , $RIIO$, $RIIO$, $RIIO$, RIO , $RIIO$, RIO ,
 α) 3 Schwänze (1 + 2 + 3), (4 + 5 + 6), (7 + 8 + 9) (3 Schwänze),
 β) 2 Schwänze (1 + 2 + 3), (4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9) (2 Schwänze),
 γ) 1 Schwanz (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 + 8 + 9) (1 Schwanz).
- 3 Möglichkeiten.

Es ergeben sich also ohne Berücksichtigung der unter IC angeführten Möglichkeiten 22 verschiedene Regenerationsresultate durch zwei zeitlich auseinander liegende verstümmelnde Verletzungen, wobei ausdrücklich angenommen wurde, daß immer nur ein Schwanz einfach verletzt wurde. Zwei von diesen Endresultaten (II B a αββ und II B b αββ) ähneln sich zwar im Schema, sind aber de facto ihrer Entstehungsart entsprechend gänzlich verschieden.

Überblicken wir noch einmal unsere Übersicht, so sehen wir, daß die Knorpelröhren (mit Ausnahme der unter IC angeführten Fälle und wenn keine sekundären Verschmelzungen in Frage kommen) stets in einer ungeraden Anzahl vorhanden sind: 1, 3, 5, 7, 9. Diese Regel gilt, wie leicht zu übersehen ist, auch dann, wenn noch mehr

¹⁾ Entspricht unserm Objekte (Fig. 4).

Traumen folgen. Die Zahl der Schwänze beträgt nach zwei Traumen 1—5.

Es sei mir gestattet, noch einige betrachtende Bemerkungen über die zu erwartende Häufigkeit der einzelnen im Schema aufgeführten Fälle anzustellen. Es ist selbstredend, daß eine Eidechse eher einem Trauma als zwei zeitlich getrennten unterliegen wird. Es werden deshalb im allgemeinen die unter I aufgeführten Fälle häufiger sein als die unter II. Ebenso darf man annehmen, daß die Fälle unter A (Regeneration nach glatter Amputation) häufiger sind als die unter B (unvollkommene Amputation). Daß alle drei Knorpelröhren bei der unvollkommenen Amputation sich zu einem Schwanze vereinigen, dürfte nur sehr selten vorkommen, weshalb alle unter $c, \gamma, \gamma\gamma$ aufgeführten Formen mehr theoretisches Interesse haben. Auch daß alle drei Knorpelröhren je einen Schwanz bilden ($\alpha, \alpha\alpha$) dürfte bedeutend seltener sein, als daß die von dem Stammstück und von dem proximalen Teil des Bruchstückes regenerierten Knorpelröhren sich zu einem gemeinsamen Schwanze vereinigen, während die von dem distalen Ende des Bruchstückes sich regenerierenden einen besonderen Schwanz bilden ($b, \beta\beta$). Dies würde auch unserm Objekte, von dem aus diese Betrachtungen entwickelt sind, eine große relative Häufigkeit zusprechen (II B $b\beta\beta\beta$).

Zusammenfassung.

Ein Schwanzstück, das unvollkommen amputiert ist, d. h. eine komplette Fraktur erlitten hat, aber an einer Seite noch durch Weichteile mit dem Körper zusammenhängt und ernährt wird, ist imstande, nach beiden Seiten — sowohl proximal wie distal — eine Knorpelröhre, und wenn in ihm ein Stück Rückenmark erhalten ist, auch je einen Centralkanal zu regenerieren.

Mehrfach regenerierte Eidechsen Schwänze entstehen stets durch Regeneration nach unvollkommener Amputation.

Die Zahl der gebildeten Knorpelröhren ist, wenn nicht sekundäre Verschmelzung in Frage kommt, eine ungerade.

Herrn Geheimrat Professor Dr. RABL sage ich auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank für die Liebenswürdigkeit, mit der er mir nicht nur das Material überließ, sondern mir auch die Möglichkeit zur vorliegenden Untersuchung in seinem Institute gab.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXII.

Die Figuren 1—4 stellen schematisch den Entwicklungsvorgang des hier besprochenen Objektes dar, Fig. 1 das Resultat der ersten unvollkommenen Amputation, Fig. 2 das der folgenden Regeneration, Fig. 3 das der zweiten unvollkommenen Amputation. Die Pfeile deuten die Richtung der zu erwartenden Regeneration, die Zahl der Pfeilspitzen die der Knorpelröhren an.

Fig. 4 stellt einen schematischen medianen Sagittalschnitt durch den dreifachen Schwanz einer *Lacerta agilis* mit sieben Knorpelröhren dar. Alle Skeletteile und die Centralkanäle des Rückenmarkes (durch eine schwarze Linie dargestellt) sind auf diese Medianebene projiziert.

Die Buchstaben bezeichnen in allen Figuren entsprechende Teile. Auf sie wird im Text verwiesen.

A Stammstück,

B Frakturstück,

B' Regenerat erster Ordnung (*RIO*),

C und *D* Regenerate zweiter Ordnung (*RIIO*),

E Regenerat dritter Ordnung (*RIIOO*),

I erste Gabelung, Stelle der ersten unvollkommenen Amputation,

II zweite Gabelung, Stelle der zweiten unvollkommenen Amputation.

Fig. 5 Photographie der *Lacerta agilis* mit dreifachem Schwanze. Etwas verkleinert. Wirkliche Länge 10,5 cm.

