

# Regeneration der Kiefer bei Reptilien und Amphibien.

Von

Isaak Werber.

(Aus der Biologischen Versuchsanstalt in Wien.)

Mit Tafel I und II.

Eingegangen am 24. Mai 1906.

## Inhaltsübersicht.

	Seite
1. <i>Lacerta agilis</i> . . . . .	2
2. <i>Tarentola annularis</i> und <i>mauretania</i> . . . . .	5
3. <i>Triton cristatus</i> und <i>alpestris</i> . . . . .	6
4. <i>Rana esculenta</i> . . . . .	7
5. <i>Rana temporaria</i> . . . . .	7
6. <i>Hyla arborea</i> . . . . .	8
7. Versuchsprotokolle . . . . .	9
8. Erklärung der Abbildungen . . . . .	13

In einer früheren Mitteilung<sup>1)</sup> habe ich über die von mir experimentell ermittelte Tatsache der Regeneration der Kiefer bei der Eidechse *Lacerta agilis* berichtet. Die Ansichten von LESSONA, WEISMANN und BORDAGE, daß die Regenerationsfähigkeit eines gewissen Körperteiles oder Gliedes bei einem gewissen Tiere von seiner funktionellen Wichtigkeit und von der Verlustmöglichkeit abhängt, wie auch meine Beobachtungen bezüglich der Schnabelregeneration bei weiblichen Individuen vom Haushuhn gaben die unmittelbare Anregung zur Anstellung dieses Versuchs. Trotzdem bereits zahlreiche Versuche und Beobachtungen es klar dargetan haben, daß die Deutung der Regeneration im Sinne der genannten Autoren unhaltbar ist, sind noch immer manche Forscher bestrebt, deren Erklärungsweise der

<sup>1)</sup> Archiv f. Entw.-Mech. 1905. Bd. XIX. Heft 2.

Regenerationserscheinungen im Tierreiche eifrig zu verfechten<sup>1)</sup> und zu begründen. WEISMANN selbst erklärt die von KENNEL bekannt gewordene Tatsache der Regeneration des Schnabels beim Storch unter Zuhilfenahme einer selectionstheoretischen Ableitung als Anpassungserscheinung an die Verlustmöglichkeit des Schnabels beim männlichen Storche. Aus den Ansichten WEISMANNs geht hervor, daß die Regeneration des Schnabels beim männlichen Storche als der einzige oder vielleicht als einer der wenigen Widersprüche gegen die adaptative Natur der Regeneration anzusehen war, der nun durch seine Erklärungsweise gänzlich aufgehoben werde. Durch die Bekanntgabe der Tatsache der Regeneration bei Individuen weiblichen Geschlechts vom Haushuhn und bei Individuen beiderlei Geschlechter von *Lacerta agilis* habe ich das Gegenteil nachzuweisen gesucht. Da man vielleicht eine größere Verlustmöglichkeit der Kiefer bei der *Lacerta agilis* annehmen könnte (wofür allerdings keinerlei Anhaltspunkte vorliegen), habe ich die Regenerationsfähigkeit der Kiefer noch bei andern Reptilien und auch bei Amphibien überprüft. Unter diesen war es von den Fröschen bislang nicht bekannt, daß sie als metamorphosierte Tiere einen ganzen Körperteil zu regenerieren vermögen. Ich will nun in aller Kürze noch einmal auf die Versuche an der Eidechse zurückkommen, um dann über ähnliche Resultate bei andern Reptilien und Amphibien berichten zu können.

### 1. *Lacerta agilis* L.

Ich amputierte bei diesen Tieren den Kieferteil bis hart an die Grenze der Nasenlöcher (Intermaxillare) und einen entsprechend großen Teil am Unterkiefer (Symphysiale). Zum Versuche wurden Tiere männlichen und weiblichen Geschlechts verschiedenen Alters verwendet. Die Operation verursachte eine verhältnismäßig sehr geringe Blutung. Der Wundverschluß erfolgte sehr rasch. Nach dem Abstoßen des Wundschorfs sah man die Wundränder mit Epithel überkleidet. Die winkelartige Wundlücke am Oberkiefer füllte sich immer mehr bis sie gänzlich verschwand; hierauf wölbte sich die bereits geschlossene Wundfläche (siehe Fig. 2) und der Kiefer nahm

---

<sup>1)</sup> In einem populärwissenschaftlichen Werke, betitelt »Der Darwinismus und die Probleme des Lebens« von Dr. KONRAD GÜNTHER (Freiburg i. Br., Fr. E. Fehsenfeld) werden die WEISMANNschen Ansichten über die Regeneration und ihre Beziehungen zu Anpassungserscheinungen direkt als unantastbar feststehend hingestellt.

allmählich die Form des normalen an. Im Unterkiefer erfolgte nach dem Abstoßen des Wundschorfs und der Epithelüberkleidung eine Abrundung und im weiteren Verlaufe eine Zuspitzung der verletzten Stelle, während gleichzeitig das Wachstum vor sich ging. Die fertigen Regenerate haben in der Schuppenbekleidung und in der histologischen Beschaffenheit mancherlei Unterschiede von den entsprechenden Kieforteilen bei normalen Tieren aufzuweisen. Anstatt des einen Schildes, welches den amputierten Teil bedeckte (Fig. 1), sind bei manchen Exemplaren mehrere kleinere Schilder und bei andern sehr viele ganz kleine Schuppen (Granulaschuppen) am Regenerat zu sehen (Fig. 3 und 4). Betreffs der histologischen Beschaffenheit des Regenerats ist zu erwähnen, daß es mir bis nun nicht gelungen ist mit Sicherheit festzustellen, ob die Knochen der Kiefer als solche regeneriert werden können. Wie ich bereits früher schon mitgeteilt habe, habe ich an Querschnitten der regenerierten Kieforteile Knorpelgewebe anstatt des Knochengewebes konstatiert. Ich vermutete damals, daß dieses Knorpelgewebe mit zunehmendem Alter möglicherweise einer Ossification unterliege, was ich auch bei der Regeneration des Schwanzes bei Eidechsen voraussetzte. Nach einer abermaligen mikroskopischen Untersuchung fand ich aber an Querdurchschnitten (Fig. 22 und 23) von andern Exemplaren kein Knorpelgewebe, sondern ein Bindegewebe mit sehr reichlich eingelagerten Kernen (Fig. 24). Ich glaube nun, daß der Regenerationsprozeß der Knochen hier in der Weise verläuft, daß ein Bindegewebe gebildet wird als Vorstufe des Knorpelgewebes, welches letzteres möglicherweise mit zunehmendem Alter des Regenerats einer Ossification unterliegt. Eine sichere Aufklärung über diesen interessanten Gegenstand könnte wohl eine eingehendere mikroskopische Untersuchung während des Regenerationsprozesses gewähren, wozu allerdings sehr viele Zwischenstadien serienweise konserviert werden müßten.

An der Hand der diesmal angestellten Versuche an derselben Tierart unternahm ich es zu ermitteln, ob auch die weiteren Partien der Kiefer zu regenerieren vermögen. Zu diesem Zwecke habe ich bei der diesmaligen Operation den Schnitt tiefer geführt, so, daß auch die Nasenlöcher weggeschnitten wurden. Der Versuch wurde in zwei Serien aufgestellt. In der ersten Serie wurden 25 Exemplare am Oberkiefer, in der zweiten Serie 8 Exemplare an beiden Kiefern operiert. Die Blutung war eine sehr starke. Manche Tiere sind gleich nach der Operation eingegangen, bei einigen andern war die Blutung so stark, daß trotz der Hemmung die Mundöffnung sich mit

Blut verklebt hat und die Tiere erstickt sind. Bei dem am Leben gebliebenen ging der Wundheilungsprozeß sehr rasch vor sich. Schon zwei Tage nach der Operation schlossen sich die Wundränder und kurz darauf konnte man wahrnehmen, daß die Wundlücke sich füllt und hervorwölbt. In dem noch ziemlich lockeren Gewebe des Verschlusses der Wundlücke konnte ich nach überraschend kurzer Zeit eine Öffnung und zwei Tage später eine zweite Öffnung an der Stelle, welche im normalen Zustande den Nasenlöchern zukommt, bemerken. Es ist sehr wahrscheinlich, daß dies in Ausbildung begriffene Nasenlöcher waren. Leider konnte ich diese Erscheinung nicht weiter verfolgen, da das letzte noch am Leben gebliebene Exemplar, bei dem ich das beobachtet habe, sehr bald einging. Durch die sehr starke Verletzung waren nämlich die Tiere an der Nahrungsaufnahme verhindert. Dies und auch die sehr geringe Widerstandsfähigkeit der Eidechsen gegen Verletzungen zur Winterszeit brachten die Tiere zum gänzlichen Absterben. Ich habe mich zwar bemüht die Tiere am Leben zu erhalten, indem ich jedes einzelne Tier fütterte, aber — war die auf diese Weise von den Tieren aufgenommene Nahrung unzureichend, oder war es der Einfluß der ungünstigen Jahreszeit — es gelang mir nicht einmal ein einziges Exemplar am Leben zu erhalten. Die Tiere wurden, wie erwähnt, künstlich gefüttert, nämlich mit Larven vom Mehlkäfer (*Tenebrio molitor*) gestopft. Dies wurde in der Weise vollzogen, daß ich der Larve den Kopf abgeschnitten habe und sie dann dem Tiere vorhielt, welches den herausquellenden Körpersaft gierig leckte und dabei den Mund sehr weit öffnete, so, daß man nun — allerdings sehr vorsichtig, weil sonst das Tier ersticken könnte — das Futter mittels Pinzette hineinschieben konnte. Trotzdem dieser Versuch an der großen Sterblichkeit der Tiere scheiterte, scheint es mir doch nicht ausgeschlossen zu sein, daß die tiefer liegenden Partien der Kiefer zu regenerieren vermögen und es würde sich vielleicht lohnen den Versuch noch einmal — selbstverständlich zu einer günstigeren Jahreszeit (Frühjahr und Sommer) und an einer größeren Anzahl von Versuchstieren — anzustellen.

Die Amputation des Oberkiefers bis zur Grenze der Nasenlöcher und eines entsprechend großen Teils am Unterkiefer führte ich auch bei andern Lacertiden: *Lacerta vivipara* Jacqu. und *Lacerta viridis* Laur. aus. Aber auch dieser Versuch ergab kein positives Resultat. Die Anzahl der Versuchstiere war im Verhältnis zur großen Sterblichkeit eine zu geringe. Auch scheint bei diesen Tieren die Wider-

standsfähigkeit — wenigstens bei Verwundungen am vorderen Körperende — eine geringere zu sein, als bei der *Lacerta agilis*. Bei *Lacerta vivipara* verlief die Wundheilung ganz ähnlich wie bei *Lacerta agilis* und sicherlich wäre hier ein positives Resultat erzielt worden, wenn nicht die erwähnten ungünstigen Umstände mitgewirkt hätten. Die Tiere sind alle binnen etwa 20 Tagen eingegangen. Hingegen scheint es mir zweifelhaft, ob die Kiefer bei den *Lacerta viridis* regeneriert hätten, selbst wenn die Tiere längere Zeit am Leben geblieben wären. Zwar wirkten auch hier dieselben mißgünstigen Umstände, aber dennoch zeigten diese Tiere eine noch viel geringere Widerstandsfähigkeit, als die andern Lacertiden. Die Tiere sind nämlich alle nach etwa 8—10 Tagen eingegangen, ohne daß sich die Wunden geschlossen hätten, was möglicherweise auf eine Infektion zurückzuführen ist.

## 2. *Tarentola annularis* Geoffr. und *mauretanica* L.

Auch zwei Vertreter der Geckoniden, nämlich *Tarentola annularis* und *Tarentola mauretanica* wurden zu diesen Versuchen herangezogen. Das Terrarium, in dem die Tiere untergebracht waren, war aus Holz, mit Glasscheiben versehen, der Boden war mit Sand ausgebettet und jedes Terrarium enthielt einen kleinen Baumast und einige Steine, unter welche sich die Tiere besonders bei trübem Wetter gern verkriechen und oft haufenweise neben- und aufeinander liegen. Bei schönem Wetter waren die Tiere immer am Baumast oder an den Wänden des Terrariums zu sehen. Der Sandboden erwies sich aber als sehr unpraktisch, weil an den Wunden immer Sandkörnchen blieben, was die Wundheilung verzögerte. Deshalb bettete ich dann den Boden mit frischem, aber trockenem Moos aus, das oft gewechselt wurde. Als Futter wurden auch hier Mehlkäferlarven verwendet.

Der Regenerationsprozeß verlief hier ganz ähnlich wie bei *L. agilis*. Es erfolgte also zunächst im Oberkiefer der Verschluß der Wundränder und fortschreitendes Aneinanderrücken der Winkelarme der Wundlücke, bis diese gänzlich schwand; am Unterkiefer erfolgte nach dem Wundverschluß eine Abrundung und fortschreitende Zuspitzung bei gleichzeitigem Nachwachsen desselben. Hierauf konnte man die langsame Differenzierung des Epithels und die Bildung der damit zusammenhängenden Schuppenbekleidung beobachten. Was diese letztere betrifft, sei darauf hingewiesen, daß sie gewisse — wenn auch nicht sehr wesentliche — Abweichungen von der primären

Beschuppung insofern aufweist, als die Schilder des Regenerats ein wenig anders gestaltet sind als die an derselben Stelle beim normalen Tiere (Fig. 7—14). Hier ist nämlich ähnlich wie bei *L. agilis* eine Zersplitterung des einen, die amputierte Stelle bedeckenden Schildes in zwei oder mehrere kleinere Schilder zu bemerken (Fig. 7, 8, 9, 10, 13, 14) oder nimmt das Schild am Regenerat des Unterkiefers eine andre (flaschenförmige) Gestalt an. — Was die zur Regeneration erforderliche Zeitdauer betrifft, ist diese eine größere als bei *L. agilis*. Auch ist hier die Widerstandsfähigkeit eine geringere, da nämlich die Sterblichkeit nach Verletzungen ziemlich groß ist. Das Regenerat erreicht bei *Tarentola annularis* und *mauretanica* die normale Größe; Tiere mit regenerierten Kieferspitzen sind von normalen kaum zu unterscheiden.

Betreffs der Regeneration der Kiefer bei Amphibien existiert nur eine ältere Angabe<sup>1)</sup> über die Kieferregeneration bei den Tritonen. Ich unternahm es daher, die Regenerationsfähigkeit der Kiefer bei *Triton cristatus* und *Triton alpestris* nachzuprüfen, um zu sehen, ob auch hier, wie bei den Eidechsen, die histologische Beschaffenheit des Regenerats eine andre ist als die der amputierten Kieforteile; ferner stellte ich dieselben Versuche bei den höher stehenden schwanzlosen Amphibien bei Tieren in verschiedenen Entwicklungsstadien an, um zu sehen, ob die phylogenetische und ontogenetische Entwicklungsstufe in bezug auf die Regeneration zum Ausdruck gelangt. Untersucht wurden: *Triton cristatus*, *Triton alpestris*, *Rana esculenta*, *Rana temporaria* und *Hyla arborea*.

### 3. *Triton cristatus* Laur. und *alpestris* Laur.

Bei *Triton cristatus* und *Tr. alpestris* amputierte ich am Oberkiefer die Spitze bis zur Grenze der Nasenlöcher und am Unterkiefer ein entsprechend großes Stück. Die Blutung war in beiden Fällen eine äußerst geringe. Die Wundstellen überkleideten sich sehr rasch mit einer lichten Epithelschicht, die immer dunkler wurde, indem zuerst das schwarze und erst später das gelbe bzw. rötliche Pigment auftrat. Die Regeneration erfolgte sehr rasch; bei *Tr. cristatus* nach 6—8 Wochen, bei *Tr. alpestris* dauerte der Regenerationsprozeß etwas

<sup>1)</sup> SPALLANZANI, Prodomo di un opera imprimeri sopra le riproduzioni animali dato in luce dall' abate SPALLANZANI. Modena 1768.

länger, 10—12 Wochen. Das Regenerat (Fig. 15) ist in beiden Fällen ein vollständiges; sogar die Zähne werden neugebildet (Fig. 23). Der Querschnitt durch das Regenerat weist nicht den geringsten Unterschied von dem Querschnitt an derselben Stelle des Kiefers bei einem normalen Tiere auf. Auch im äußeren Habitus ist weder ein *Triton alpestris* noch ein *Tr. cristatus* mit Regenerat von einem normalen Tiere zu unterscheiden.

#### 4. *Rana esculenta* L.

Hier stellte ich den Versuch an Kaulquappen und an ausgebildeten Tieren, deren Körpergröße etwa 2,3 cm betrug, an. An den Kaulquappen amputierte ich ringsherum den Hornschnabel weg und an den ausgebildeten Tieren am Oberkiefer die Spitze bis zu den Nasenlöchern und ein entsprechend großes Stück der Unterkieferspitze. Die Kaulquappen, welche in einer Anzahl von 26 Exemplaren operiert wurden, zeigten eine geringe Widerstandsfähigkeit gegen derartige Verletzungen und starben beinahe alle nach wenigen Wochen ab. Nur drei Exemplare sind am Leben geblieben und regenerierten den entfernten Teil des Vorderendes, nämlich zuerst den Oberkiefer und dann erst den Unterkiefer, vollständig. — Die ausgebildeten Frösche wurden in einer Anzahl von 22 Exemplaren operiert. Auch hier war die Widerstandsfähigkeit eine verhältnismäßig geringe. Die Blutung war eine ganz unbedeutende. Die Tiere wurden mit Mehlkäferlarven gefüttert. Der Verlauf der Regeneration war hier ganz ähnlich wie bei *Lacerta agilis* und bei den Tritonen, und nahm einen Zeitraum von etwa 6—8 Wochen in Anspruch. Die Regenerate (Fig. 5) sind vollständig; die amputierten Knochenstücke sind neugebildet worden, wovon ich mich durch Maceration überzeigte. Ein Tier mit regenerierten Kieferspitzen ist von einem normalen gar nicht zu unterscheiden.

#### 5. *Rana temporaria* L.

Der Versuch wurde an zehn Exemplaren verschiedener Größe vorgenommen, die jedoch alle eine Länge von über 4 cm aufwiesen. Hier amputierte ich nur die Spitze des Oberkiefers bis zu den Nasenlöchern, der Unterkiefer blieb intakt. Die Blutung war hier eine ziemlich starke und der Wundverschluß erfolgte bei den meisten Tieren erst nach 9 Tagen, bei andern noch später. Hierauf folgte an den Rändern der Wundlücke eine Zellwucherung, welche einen geringen

Teil der Wundlücke ausfüllte und eine zweizackige Form annahm. Am Unterkiefer hat die entsprechende Stelle hypertrophiert und eine zweizackenförmige Gestalt angenommen, so daß die Hebungen am Unterkiefer in die Senkungen am Oberkiefer (und umgekehrt) greifen (Fig. 5). Diese Erscheinung ist als kompensatorische Hypertrophie zu bezeichnen. Regeneriert hat in einem Zeitraum von 6 Monaten kein einziges Tier, was meiner Ansicht nach darauf zurückzuführen ist, daß die Tiere schon ziemlich groß waren, da die Operation vorgenommen wurde.

## 6. *Hyla arborea* L.

Hier stellte ich den Versuch in zwei Serien auf. Als erste Serie sind zehn Exemplare von einer Größe von 2,5 cm operiert worden. Amputiert wurde nur die Oberkieferspitze bis zu den Nasenlöchern. Die Blutung war eine geringe. Der Regenerationsprozeß verlief genau so wie bei *Rana esculenta*; nur nahm die Regeneration einen etwas größeren Zeitraum in Anspruch. Nach etwa 3½ Monaten konstatierte ich vollständige Regenerate des verletzten Oberkiefers bei vier Exemplaren. Das Regenerat (Fig. 17, 19) zeigt geringe Unterschiede gegenüber derselben Stelle am normalen Tiere (Fig. 16, 18), welche auf der Unterseite des Oberkiefers zu konstatieren sind. Namentlich ist am Regenerat eine leichte Einsenkung der Kieferspitze und eine viel kleinere Entfernung des in der Mitte verlaufenden Bogens von den Nasenlöchern, wie auch eine Verdickung und sehr leichte Färbung des Bogens zu bemerken. Als zweite Serie wurden acht Exemplare in der Größe von 5 cm operiert. Diese Tiere regenerierten aber (wahrscheinlich wegen vorgeschrittenen Alters) nicht mehr. Der Versuch wurde nach 6 Monaten mit negativen Resultaten abgeschlossen. —

Die Resultate obiger Versuche lassen sich dahin zusammenfassen:

I. Von den Amphibien regenerieren: a) die Urodelen (*Triton cristatus* und *alpestris*) die amputierten Kieferspitzen gänzlich. Das Alter der Tiere spielt hier keine Rolle; b) bei den Anuren nur Kaulquappen und kleinere Tiere (*Rana esculenta*, *Hyla arborea*), während bei größeren Tieren die amputierten Kiefer gar nicht regenerieren (*Hyla arborea*) oder eine Regulation durch kompensatorische Hypertrophie eintritt, wenn bloß ein Kiefer amputiert wurde (*Rana temporaria*).



II. Von den Reptilien regenerierten amputierte Kieferspitzen bis zur Grenze der Nasenlöcher: die Eidechse *Lacerta agilis*, die Geckone *Tarentola annularis* und *mauretanica*. Das Regenerat weist eine von der primären abweichende Beschuppung auf.

III. a) bei den Amphibien werden im amputierten Kieferteile alle Gewebsarten vollständig regeneriert, insofern das betreffende Tier die Regenerationsfähigkeit des Kiefers noch besitzt (Tritone, *Rana esculenta*, *Hyla arborea*); b) bei den Reptilien konnte nicht beobachtet werden, daß das Knochengewebe in den amputierten Kieferteilen regeneriert werde. Die Regenerate zeigen bei den Reptilien an Stelle des Knochengewebes im amputierten Kieferteile ein Ersatzgewebe (Bindegewebe oder in günstigsten Fällen Knorpelgewebe).

IV. Die Regenerationsfähigkeit der Kieferspitzen bei den untersuchten Amphibien und Reptilien nimmt a) mit der höheren phylogenetischen Stellung (Tritone, Frösche, Echsen) und b) mit der höheren ontogenetischen Entwicklungsstufe des Individuums (Kaulquappen, kleine Tiere, ausgewachsene Tiere) stufenweise ab.

## 7. Versuchsprotokolle.

### *Lacerta agilis* (I. Serie).

Art der Operation und Zustand der operierten Tiere	An- zahl	Tag der Operation	Kontrolliert	Zu- grunde ge- gangen	Nicht re- gene- riert	Re- gene- riert	Regenerier- ter Teil
Oberkieferspitze mit den Nasenlöchern amputiert	25	31. X. 04					
Erstickt durch Verklebung der Mundöffnung mit Blut . . . . .			1. XI. 04	2			
Wundverschluß . . . . .			3. XI. 04	7			
Die Wundlücke füllt sich und wölbt sich hervor.			9. XI. 04	8			
Bildung eines Nasenloches in der Wölbung der ver- wachsenen Wundlücke bei einem Exemplar? .			13. XI. 04	4			
Bildung des zweiten Na- senloches bei demselben Exemplar? . . . . .			15. XI. 04	2			
Die letzten Exemplare ab- gestorben. . . . .			21. XI. 04	2		0	

*Lacerta agilis* (II. Serie).

Art der Operation und Zustand der operierten Tiere	An- zahl	Tag der Operation	Kontrolliert	Zu- grunde ge- gangen	Nicht re- gene- riert	Re- gene- riert	Regenerier- ter Teil
Oberkiefer mit Nasen- löchern amputiert; Un- terkiefer entspr. tief	8	16. XII. 04					
Wundverschluß bei drei Exemplaren . . . . .			18. XII. 04	2			
Wundverschluß bei zwei Exemplaren. . . . .			20. XII. 04	2			
- - - - -			21. XII. 04	1			
- - - - -			24. XII. 04	2			
Die Wundlücke füllt sich			29. XII. 04	1		0	
Das letzte Exemplar tot .							

*Tarentola annularis*.

Beide Kieferspitzen (Ober- kiefer bis zu den Nasen- löchern, Unterkiefer ent- sprech. tief) amputiert .	7	5. XI. 04					
Wundverschluß . . . . .			8. XI. 04	2			
- . . . .			14. XI. 04				
- . . . .			17. XI. 04	1			
- . . . .			22. I. 05	2			
Wundlücke im Oberkiefer verkleinert, Unterkiefer abgerundet, die Wund- ränder mit Epithel über- kleidet . . . . .			8. II. 05				
Regenerate (noch nicht vollständig). . . . .			22. IV. 05				Ober- und Unterkief.
Vollständige Regenerate mit abweichender Be- schuppung . . . . .			12. VI. 05			2	-

*Tarentola mauretanica*.

Beide Kieferspitzen (Ober- kiefer bis zu den Nasen- löchern, Unterkiefer ent- sprech. tief) amputiert .	10	2. XI. 04					
Wundverschluß . . . . .			5. XI. 04	2			
- . . . .			8. XI. 04	1			
- . . . .			12. XI. 04	2			
- . . . .			17. XI. 04	2			

Art der Operation und Zustand der operierten Tiere	An- zahl	Tag der Operation	Kontrolliert	Zu- grunde ge- gangen	Nicht re- gene- riert	Re- gene- riert	Regenerier- ter Teil
Wundlücke im Oberkiefer verkleinert, Unterkiefer abgerundet, die Wund- ränder mit Epithel über- kleidet . . . . .			14. II. 05	1			
Regenerate (noch nicht vollständig). . . . .			22. IV. 05			3	Ober- u. Unterkie- ferspitze
Vollständige Regenerate mit abweichender Be- schuppung . . . . .			7. VI. 05			3	-

*Triton cristatus.*

Oberkiefer bis zu den Na- senlöchern, Unterkiefer entsprechend tief ampu- tiert . . . . .	12	21. XII. 04					
Wundverschluß u. Epithel- bildung . . . . .			23. XII. 04	2			
- - - - -			27. XII. 04	3			
Im Oberkiefer ist die Wundlücke beinahe ganz ausgefüllt, der Unter- kiefer ist bedeutend nachgewachsen . . . .			18. I. 05				
Vollständige Regenerate.			29. I. 05			7	Ober- u. Unterkief.

*Triton alpestris.*

Oberkiefer bis zu den Na- senlöchern, Unterkiefer entsprechend tief ampu- tiert . . . . .	23	5. I. 05					
Wundverschluß u. Epithel- bildung. . . . .			7. I. 05	3			
Unterkiefer bedeut. nach- gewachsen; im Ober- kiefer ist die Wundlücke nunmehr ganz klein . .			23. II. 05	6			
Vollständige Regenerate.			14. IV. 05	2		12	Ober- u. Unterkief.

*Rana esculenta* (Kaulquappen).

Art der Operation und Zustand der operierten Tiere	An- zahl	Tag der Operation	Kontrolliert	Zu- grunde ge- gangen	Nicht re- gene- riert	Re- gene- riert	Regenerier- ter Teil
Entfernung des Horn- schnabels mittels Schere	26	4. I. 05		7		0	
Wundverschluß u. Epithel- bildung. . . . .			7. I. 05	5		0	
- - - . . . . .			23. II. 05	8		0	
Regeneriert. . . . .			7. III. 05	0	2	4	Oberkief.
- . . . . .			18. III. 05	0	1	1	-
- . . . . .			27. III. 05	3	0	1	-
- . . . . .			7. IV. 05	2	0	1	beide Kiefer

*Rana esculenta.*

Entfernung beider Kiefer- spitzen . . . . .	22	4. I. 05					
Wundverschluß u. Epithel- bildung. . . . .			7. I. 05	3		0	
Regenerat in Bildung . .			23. II. 05	7		6	beid. Kief.
- - - . . . . .			28. II. 05	5		6	-
Vollständig regeneriert .			7. III. 05	3		4	-

*Rana temporaria.*

Oberkieferspitze bis zu den Nasenlöchern herausge- schnitten . . . . .	10	6. I. 05					
Wunde noch offen . . .			8. I. 05				
- - - . . . . .			12. I. 05	3			
Wundverschluß . . . . .			17. I. 05				
Zellwucherung an den Rändern der Wundlücke			3. II. 05	1			
- - - . . . . .			14. II. 05	2			
Der der entfernten Ober- kieferspitze entsprech. Teil am Unterkiefer ist hypertrophiert . . . . .			4. III. 05				
- - - . . . . .			21. IV. 05	2			
- - - . . . . .			abge- schlossen:				
			7. VI. 05			0	

*Hyla arborea* [I. Serie (klein)].

Art der Operation und Zustand der operierten Tiere	An- zahl	Tag der Operation	Kontrolliert	Zu- grunde- ge- gangen	Nicht re- gene- riert	Re- gene- riert	Regenerier- ter Teil
Oberkieferspitze bis zu den Nasenlöchern herausge- schnitten . . . . .	10	7. I. 05					
Wundverschluß . . . . .			9. I. 05	2			
- . . . . .			13. I. 05	4			
Wundlücke füllt sich; Re- generat in Bildung . .			29. I. 05	1			
Regenerate . . . . .			24. III. 05			3	Oberkief- spitze

*Hyla arborea* [II. Serie (groß)].

Oberkieferspitze bis zu den Nasenlöchern herausge- schnitten . . . . .	8	6. I. 05					
Wundverschluß . . . . .			9. I. 05	2			
- . . . . .			27. I. 05	2			
- . . . . .			14. II. 05	1			
- . . . . .			17. III. 05	1			
			abge- schlossen: 12. VI. 05		2	0	

## Erklärung der Abbildungen.

## Tafel I.

(Sämtliche Figuren nat. Gr.)

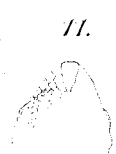
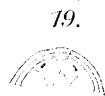
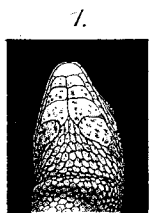
- Fig. 1. Kopf von *Lacerta agilis* mit normalen Kiefern (von unten gesehen).  
 Fig. 2. Kopf von *Lacerta agilis* mit in der Regeneration begriffenem Ober- und Unterkiefer (von unten gesehen).  
 Fig. 3. Kopf von *Lacerta agilis* mit vollständig regeneriertem Ober- und Unterkiefer (von unten gesehen).  
 Fig. 4. Kopf von *Lacerta agilis* mit regeneriertem Ober- und Unterkiefer (von unten gesehen).  
 Fig. 5. *Rana esculenta* mit regenerierten Kiefern.  
 Fig. 6. *Rana temporaria* mit verletztem Oberkiefer und kompensatorisch hypertrophiertem Unterkiefer.  
 Fig. 7. *Tarentola mauritanica*, Unterkiefer von unten, normal.  
 Fig. 8. *Tarentola mauritanica*, Unterkiefer von unten, regeneriert.

- Fig. 9. *Tarentola mauretunica*, Oberkiefer von oben, normal.
- Fig. 10. *Tarentola mauretunica*, Oberkiefer von oben, regeneriert.
- Fig. 11. *Tarentola annularis*, Unterkiefer von unten, normal.
- Fig. 12. *Tarentola annularis*, Unterkiefer von unten, regeneriert.
- Fig. 13. *Tarentola annularis*, Oberkiefer von oben, normal.
- Fig. 14. *Tarentola annularis*, Oberkiefer von oben, regeneriert.
- Fig. 15. *Triton cristatus*, Ober- und Unterkiefer von unten, regeneriert.
- Fig. 16. *Hyla arborea*, Oberkiefer von oben, normal.
- Fig. 17. *Hyla arborea*, Oberkiefer von oben, regeneriert.
- Fig. 18. *Hyla arborea*, Oberkiefer von unten, normal.
- Fig. 19. *Hyla arborea*, Oberkiefer von unten, regeneriert.

**Tafel II.**

(Fig. 20, 21 und 23 vergr. Obj. a\* Oc. 4, ZEISS, Tischhöhe,  
Fig. 22 vergr. Obj. 7 Oc. 4, ZEISS.)

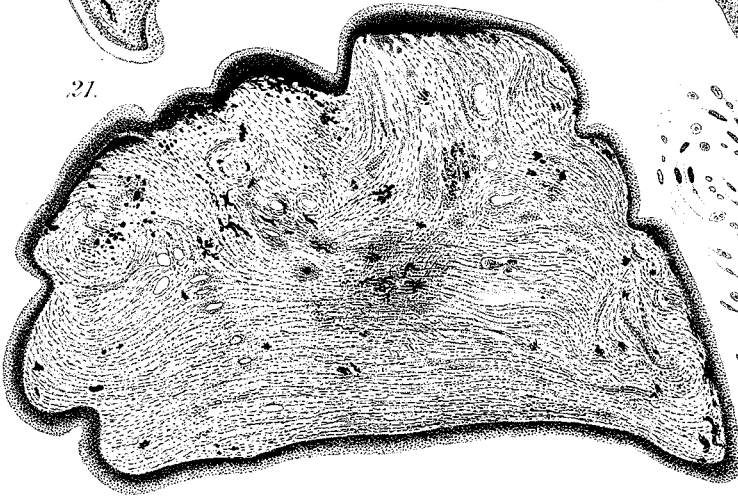
- Fig. 20. Querschnitt durch die Oberkieferspitze von *Lacerta agilis*, normal.
  - Fig. 21. Querschnitt durch eine regenerierte Oberkieferspitze von *Lacerta agilis*.  
(Die Schrumpfung dürfte durch die Präparation entstanden sein.)
  - Fig. 22. Ein Stück aus dem Bindegewebe des regenerierten Oberkiefers von  
*Lacerta agilis*.
  - Fig. 23. Querschnitt durch das Regenerat der Oberkieferspitze von *Triton cristatus*.
-



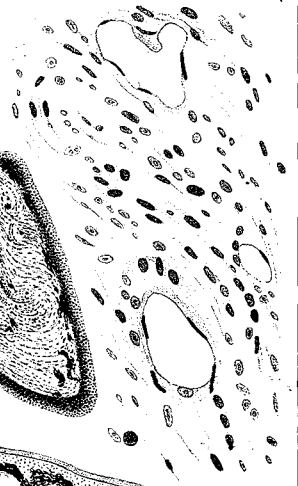
20.



21.



22.



23.

