Am besten sind die Nervenenden in den Organen mit 3—4 Sinneszellen zu beobachten. Organe mit größerer Zahl der Elemente sind für diesen Zweck, geringer Durchsichtigkeit wegen, unbequem.

Der beim Organe ankommende Nerv verliert seine Schwann'sche Scheide (die Markscheide ist noch nicht vorhanden), legt sich dicht an die Epidermis an, wird blasser, feinkörnig und leicht konturiert.

Nachdem er ins Organ eingetreten ist, endet er im einfachsten Falle frei, bisweilen mit einem Endknöpfchen zwischen den untern Enden der Sinneszellen, welche also mit dem Nerv in unmittelbare Berührung kommen.

Indem diese Beziehungen den Charakter der Verbindung zwischen dem Nerv und Neuroepithel zeigen, stellen sie das einfachste Beispiel der Innervation der Sinnesorgane dar.

Die selbständige Differenzierung der Neuroepithelzellen und das spätere Zutreten des Nerven mit seinem Ende an diese Zellen [wie im einfachen Epithel¹⁾], geben genügenden Grund, die freien Nervenenden als selbständige und primäre Hautnervenendigungen nicht nur der luftatmenden, sondern auch der im Wasser lebenden Wirbeltiere anzusehen.

Dies aber würde unter anderem beweisen, dass das von Merkel²⁾ aufgestellte und von Wiedersheim³⁾ angenommene Schema der Hautnervenendigungen der Wirbeltiere gründlich verändert werden muss.

Ueber die Zähne der Knorpel-Ganoiden.

Von **Nikolaus Zograff** in Moskau.

Von jetzt lebenden Knorpel-Ganoiden (Ganoidei Chondrostei) kennt man bis jetzt nur eine einzige Gattung: *Polyodon*, deren zwei Repräsentanten *Polyodon folium* aus Nordamerika und *Polyodon (Psephurus) gladius* aus China kleine, beide Kiefer und Gaumenbeine bewaffnende Zähne besitzen. Diese im Vergleich zu der Körpergröße der erwähnten Fische winzigen Zähne sind bis in die allerneueste Zeit hinein noch nicht genau untersucht worden; in der mir zugänglichen Literatur konnte ich nur hie und da einige vereinzelte und meist ganz lückenhafte Mitteilungen über die Struktur und die morphologische Bedeutung der *Polyodon*-Zähne finden, weil die meisten Autoren sich damit begnügen zu schreiben, dass die Struktur dieser Gebilde gänzlich der der Selachierzähne ähnlich ist.

Außerdem wissen wir noch, dass die junge Brut der Sterlets (*Accipenser ruthenus*) auch an den Rändern ihrer Kiefer und an den

1) P. Mitrophanow, Ueber die Endigungsweise der Nerven im Epithel der Kaulquappen. Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abt., 1884, S. 191—202, Taf. II. Ders., Die Nervenendigungen im Epithel . . . Zool. Anzeiger, 1886, Nr. 232.

2) Fr. Merkel, Ueber die Endigungen der sensibeln Nerven in der Haut der Wirbeltiere, 1880, S. 1—5.

3) R. Wiedersheim, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, 1886, 2. Aufl., S. 357.

Gaumenknorpeln Zähne trägt. Diese Zähne wurden vom Herrn Laborant Emanuel Pölzam in Kasan entdeckt, und Herr Professor Dr. Salensky in Odessa (vormals in Kasan) hat sie genau und ausführlich in seiner wertvollen „Monographie über die Entwicklungsgeschichte des *Accipenser ruthenus*“ beschrieben¹⁾.

Auch ich hatte Gelegenheit, diese interessanten Gebilde bei den jungen *Accipenser*-Fischen zu untersuchen, und bei diesen Untersuchungen war meine Aufmerksamkeit auf zwei, vom Gesichtspunkte der vergleichenden Morphologie aus betrachtet nicht unwichtige Fragen gerichtet:

- 1) Ist die Struktur der embryonalen Zähne des Sterlets ähnlich derjenigen der *Polyodon*-Zähne?
- 2) Sind die Zähne auch bei andern Knorpelganoiden im embryonalen, vielleicht auch im erwachsenen Zustande vorhanden — oder findet man dieselben nur bei *Accipenser*?

Dank der Liberalität meines verehrten Lehrers, des Herrn Prof. Dr. Anatole Bogdanow, Direktor des zoologischen Museums der kaiserlichen Universität Moskau, konnte ich ein erwachsenes Spiritusexemplar von *Polyodon folium* aus dem Mississippi, sowie ein von dem verstorbenen Erforscher Zentralasiens, Herrn Alexis Fedtschenko, aus dem Flusse Syr-Darja mitgebrachten *Scaphirhynchus Fedtschenkoi* Kessl. untersuchen. Einige kleine, 2 und 3 Wochen alte *Accipenser ruthenus*, welche dem Museum von Herrn Pölzam geschenkt waren, lieferten mir ebenfalls gute Untersuchungsobjekte; außerdem bekam ich von Herrn Oberst Nikolaus Majew in Tasehkent (Russisches Zentralasien) einige Exemplare von *Scaphirhynchus Kaufmannii* Kessl., unter welchen ich außer erwachsenen auch einige junge etwa 2 $\frac{1}{2}$ Dezimeter lange Fische für meine Untersuchungen fand. Es ist mir eine angenehme Pflicht, den Herren Professor Bogdanow und Oberst Majew meinen herzlichsten Dank für diese Unterstützung auszusprechen. Das erwähnte Material hat mir Gelegenheit gegeben, auf die zwei oben erwähnten Fragen, wenn vielleicht auch nicht ganz entscheidende, so doch in einigen Punkten genügende Antworten zu geben.

Ich war auf den Gedanken, die Ganoidenzähne zu untersuchen, auf folgende Weise gekommen. Im Sommer des Jahres 1886, während der Bestimmung der dem Museum der hiesigen Universität gehörenden Accipenseriden, sah ich, dass die *Accipenser ruthenus* sowie kleinere Spiritusexemplare von *Accipenser Güldenstädtii* Br. und *Accipenser stellatus* Pol. an dem Gaumen, welcher auf seiner ganzen Oberfläche dicht mit sensitiven Papillen bekleidet ist, zwei kleine bogen-

1) Vergl. die russische Monographie des Herrn Prof. Salensky in den Arbeiten der naturforschenden Gesellschaft in Kasan, Bd. VII, Lief. 3, Teil 1, 1878; Teil 2, 1880, sowie die französische Uebersetzung in den Archives de Biologie. 1881.

artig gekrümmte und von Papillen freie Flecken haben. Diese nackten Stellen des Gaumens sind mit etwas dickerem und gröberem Epithel als die angrenzenden Teile des Gaumens bekleidet. Nach Abtragung des Epithels und der Cutis konnte man sich ganz deutlich davon überzeugen, dass diese papillenfreien Stellen über dem hintern Teile der Gaumenknorpel liegen. Durch einen Vergleich der Lage dieser Flecken mit derjenigen der Gaumenzahngruppen, welche die Gaumenknorpel der drei Wochen alten Sterletbrut bewaffnen, zeigte es sich, dass die erstere vollkommen der letztern entspricht, und dass man diese papillenfreien Flecken vielleicht als Spuren der Gaumenzahngruppen des jungen *Accipenser ruthenus* betrachten kann.

Aber diese Frage konnte nicht so schnell entschieden werden. Zur völligen Klarstellung derselben musste man auch vergleichende Untersuchungen an andern Knorpelganoiden anstellen. Zuerst wollte ich wissen, ob man mit Recht die embryonalen Zähne mit denen der erwachsenen Knorpelganoiden vergleichen kann?

Die Beschreibung der Zähne der jungen *Accipenser ruthenus* von Professor Salensky lehrt uns, dass der Zahn des Sterlets aus einer dünnen Dentinschicht besteht. Die Dentinschicht umfasst eine enorme Pulpahöhle und ist an der Spitze mit den Spuren einer Schmelzschicht bedeckt. Leider beschreibt Prof. Salensky nicht, was für Zähne ihm zur Untersuchung gedient haben; ich meine, dass es Kieferzähne waren, welche von den Gaumen- und Branchialbogenzähnen sich etwas unterscheiden. Der Vergleich der Kieferzähne des jungen Sterlets mit denen des Gaumenknorpels zeigte mir, dass die letztern nicht so lang, krumm und dünnwandig sind wie die erstern, und dass die konische, an der Basis etwas abgeflachte Form der Gaumenzähne des *A. ruthenus* mehr den Zähnen des erwachsenen *Polyodon folium* ähnlich ist, als die der Kieferzähne. Die dünne Dentinwandung der Gaumenzähne zeigt auf ihrer innern Oberfläche kleine Einbuchtungen, welche wahrscheinlich den Anlagen der Kanalmündungen des Dentins anderer Fische entsprechen. An den mit dem Mundhöhlenepithel bekleideten Stellen des Zahnes bildet das Dentin auch die äußere Zahnwandung; aber die Zahnschmelzspitze, welche von Epithel frei ist und aus dem weichen Gaumendeckel in die Mundhöhle hinausragt, ist von einer sehr dünnen, aber deutlichen Schmelzschicht bedeckt. Diese Schmelzschicht ist an den Gaumenzähnen nie zu übersehen; an den Kieferzähnen ist sie aber oft so dünn und undeutlich, dass man sie mit größter Mühe nur mit Hilfe der stärksten Vergrößerungen (Oelimmersion $\frac{1}{16}$ Seitz) entdeckt. Professor Salensky sagt in seinem oben erwähnten Werke, dass er keine Spuren von Dentinstruktur, sowie keine deutliche Schmelzschicht an den von ihm untersuchten Sterletzähnen erkannte. Er erklärt die Abwesenheit des deutlichen Schmelzes aus einer Zerstörung der Schmelzschicht durch die bei der Untersuchung angewendeten Reagentien; ich glaube aber, dass der gelehrte Autor vielleicht seine Aufmerksamkeit mehr den größern

und freiern Kieferzähnen, als den kleinern, vom Epithel fast gänzlich bedeckten und fest am Gaumen sitzenden Gaumenzähnen zugewendet hat. Ich fand an den herauspräparierten Gaumenzähnen eine scharf abgegrenzte Schmelzschicht, sowie deutliche Pulpaeinbuchtungen selbst an den mit Boraxkarmin gefärbten und in Salzsäure eingelegten Objekten, während ich dieselben an den Kieferzähnen nur als Ausnahmen bemerkte.

Die Gaumenzähne von *Accipenser ruthenus* bleiben bei dem Tiere etwas länger bestehen, als die der Kiefer. So fand ich sie bei einem zwei Monate alten Sterlet noch ganz unverletzt, während die Kieferzähne bei diesem Fischchen schon vollständig fehlten. Herr Professor Salensky schreibt, dass er bei einem drei Monate alten *Accipenser ruthenus* noch Zahmspuren fand; wahrscheinlich waren das auch Spuren von Gaumenzähnen.

Die Struktur der Zähne des erwachsenen *Polyodon folium* ist in manchen Punkten gleich derjenigen der Sterletzähne.

Die Zahnwandung ist im Vergleiche mit der Pulpahöhle ebenfalls sehr dünn. So sieht man, zum Beispiel, auf einem Längsschliffe des *Polyodon*-Zahnes von 0,3 mm Länge und 0,21 mm größter Breite, dass die Länge der Pulpahöhle etwa 0,25 mm und ihre größte Breite 0,17 mm beträgt; die Dicke der Zahnwandung schwankt zwischen 0,1 und 0,3 mm. Die Spitze des *Polyodon*-Zahnes ist von einer sehr feinen Schmelzschicht bekleidet, diese Schicht fehlt aber den vom Epithel umgebenen Stellen der Zahnoberfläche. Die Dentinschicht ist von zahlreichen Kanälchenverästelungen durchzogen; obgleich sie auf den ersten Blick aus zwei Schichten zu bestehen scheint, können doch diese zwei Schichten als eine einzige angesehen werden. Wenn man einen Zahnschliff mit Hilfe schwächerer und mittlerer Vergrößerungen untersucht (System 1 bis 6), so scheint die Dentinschicht aus einer äußern, homogenen und kanallosen und einer innern, kanalreichen Schicht zu bestehen; wenn man aber den Zahnschliff nach Ranvier'schen Weise mit im Wasser unlöslichen Anilinblau färbt und in Salzlösung abschleift, so bemerkt man, wenn das Objekt in Glyzerin eingeschlossen ist, zahllose feinste Kanälchen auch in der scheinbar homogenen Schicht. Die Kanälchen sind nichts Anderes als Verästelungen der gröbern Kanäle der scheinbaren innern Schicht; man sieht sie nur mit Hilfe der stärkern Systeme (7,8 und noch stärkere). Der Bau der harten Teile dieser zwei Dentinschichten ist völlig gleich, und ich glaube, dass man diese zwei Schichten, ohne einen Fehler zu begehen, als zwei Modifikationen einer einzigen Dentinschicht, welche derjenigen des Sterletzahnes entspricht, ansehen kann.

Es käme nun die zweite Frage an die Reihe, diejenige von dem Vorhandensein von Zähnen bei andern Knorpelganoiden.

Wenn man diese Frage vom theoretischen Standpunkte aus betrachtet, so kommt man bald zu einer positiven, bejahenden Lösung der Frage. Sehen wir uns die äußere Körperform der Knorpelganoiden an. Nach der äußern Körperform kann man ohne große Schwierig-

keiten eine anscheinend natürliche Zwischenreihe zwischen den kullinanten Punkten der Knorpelganoiden — *Polyodon folium* und den *Accipenser*-Arten — aufbauen. Dem nordamerikanischen *Polyodon folium* steht am nächsten der ostasiatische Bewohner des Yantsekiang, *Psephurus gladius*, dessen Schnauze an seiner Basis schon viel breiter als die des *Polyodon folium* ist und einige Aehnlichkeit mit der platten, schaufelförmigen Schnauze der Scaphirhynchen hat.

Diese Aehnlichkeit der *Psephurus*-Schnauze mit derjenigen der Scaphirhynchen fiel vielen Ichthyologen auf: sie wird auch von dem berühmten Verfasser des „Handbuches der Ichthyologie“, Prof. Dr. Günther, erwähnt. Die Scaphirhynchen zeigen viel größere Aehnlichkeit mit den *Accipenser*-Arten als die Polyodonten: besonders gleichen den *Accipenser*-Arten die zentralasiatischen Formen, deren hintere Körperhälfte nicht so dicht mit Knochenschildern besetzt ist, wie die des nordamerikanischen *Scaphirhynchus cataphractus*. Zwischen dem langschwänzigen zentralasiatischen *Scaphirhynchus Fedtschenkoï* und *Sc. Kaufmannii* kennt man noch eine, leider noch nicht näher untersuchte Form, *Scaphirhynchus Hermanni*, deren Schnauze und hinteres Körperende den *Accipenser*-Formen ähnlicher als die oben erwähnten Scaphirhynchen sind.

Wenn diese Reihe wirklich natürlich, und wenn das Gesetz der Onto- und Phylogenie richtig ist, so kann man erwarten, dass, je näher ein Glied dieser Reihe den Polyodonten steht, desto länger bei ihm die embryonalen Zähne bestehen bleiben, und, im Gegensatz, je näher der Fisch der Gattung *Accipenser* steht, desto schneller bei ihm die embryonalen Zähne verloren gehen werden.

Meine theoretischen Betrachtungen sind auch thatsächlich bewiesen, und ich hatte wirklich das Glück, bei einem erwachsenen 345 mm langen *Scaphirhynchus Fedtschenkoï* sowie bei einem jungen, aber schon vielleicht ein Jahr alten *Scaphirhynchus Kaufmannii* (268 mm lang) Gaumenzähne zu entdecken. Bei diesen beiden Fischen liegen diese Zähne wie bei der Sterletbrut am hintern Rande der Gaumenknorpel: diese Zähne erscheinen bei der Untersuchung der Gaumenoberfläche mit Hilfe einer Lupe als zwei schmale, sehr sanft gekrümmte und mit Zähnen bedeckte Wülste, welche ringsum von den die Gaumenoberfläche bekleidenden Papillen umgeben sind. Die Zähne der vordersten Reihe sind die kleinsten, die der hintern die größten. Man findet Zahnreste noch bei ganz erwachsenen, aber noch nicht alten Exemplaren von *Scaphirhynchus Kaufmannii*. So sah ich noch unverletzte Zähne bei einem 728 mm langen Exemplare, während bei einem sehr alten, 1655 mm langen *Scaphirhynchus Kaufmannii* an den Stellen der Zahngruppen papillenfrie Flecke geblieben waren, die denen bei *Accipenser* ganz ähnlich sind. Bei dem von mir untersuchten 1328 mm langen nordamerikanischen *Scaphirhynchus cataphractus* fand ich keine Zahnspuren, und die papillenfrie Flecken waren sehr schwer zu finden.

Die Zahl der Zähne in jeder Reihe beträgt bei den von mir untersuchten Exemplaren von *Scaphirhynchus Kaufmannii* 18 und 21, bei *Sc. Fedtschenkoi* 14. Ihr Länge ist sehr gering und schwankt zwischen 0,07 und 0,2 mm. Ihre mikroskopische Struktur gleicht sehr derjenigen der Sterletzähne; doch findet man auch einige Unterschiede. So ist die Dentinschicht der *Scaphirhynchus*-Zähne viel dicker, die Grenze gegen die Schmelzschicht schärfer, und die Pulpahöhleneinbuchtungen sind tiefer, als die der Sterletzähne: ich sah einige Pulpa-einbuchtungen, die in das Dentin röhrenförmig eingebuchtet waren und den Dentinkanalausmündungen von *Polyodon* vollkommen ähnlich schienen. Der Zahn des ausgewachsenen *Scaphirhynchus Fedtschenkoi* liegt noch in einer Zahntasche, und seine Spitze, welche auch mit einer deutlichen Schmelzschicht bedeckt ist, ragt durch ein kleines kreisrundes Loch aus der Tasche heraus. Der Bau der Pulpa ist bei den *Scaphirhynchen* etwas komplizierter als bei der Sterletbrut. Während die Pulpahöhle des Sterlets hauptsächlich angefüllt ist mit Zellen, welche nach langem Liegen in Alkohol ganz geschrumpft und blasenförmig aussehen, sind die Zellen der *Scaphirhynchen*-Pulpa größer, dicker; sie bilden eine viel kompaktere Masse, in welcher man außer den erwähnten Zellen auch einige, obgleich spärliche und vereinzelte Nervenfasern und Blutgefäße findet. In dieser Hinsicht gleicht der Bau der *Scaphirhynchen*-Pulpa dem Bau der Pulpa des *Polyodon*-Zahnes, welcher vollständig dem der andern hohlzahnigen Fische ähnlich ist.

Die Kieferzähne fehlten allen von mir untersuchten *Scaphirhynchen*. An ihrer Stelle fand ich, wie an den papillenfremen Stellen des *Accipenser*-Gaumens, nur gröberes und dickeres Mundhöhlenepithel. Bei den jüngsten Exemplaren von *Scaphirhynchus Kaufmannii* konnte man am Rande des Oberkiefers kleine dunklere Streifen im Innern des Epithels sehen: vielleicht sind dies letzte Spuren der Kieferzähne.

Aus dem oben geschriebenen folgt, dass die von den Stammformen vererbte Zähne der Knorpelganoiden noch bei vielen Formen anzutreffen sind; man kann, ohne zu irren, behaupten, dass die Zähne bei allen jetzt lebenden Knorpelganoiden im jungen oder embryonalen Zustande gefunden werden können. Wahrscheinlich wird auch die Zahnstruktur dieser Formen nicht viel von dem abweichen, was von mir beschrieben wurde.

Man kann hoffen, dass die *Psephurus*-Zähne in ihrer Struktur eine Zwischenstufe zwischen den *Polyodon*- und *Scaphirhynchus*-Zähnen darstellen werden. Leider hatte ich keine Gelegenheit, diesen Yantsekiang-Bewohner zu untersuchen: ich möchte aber die Aufmerksamkeit meiner Fachgenossen auf diesen Punkt richten. Vielleicht können auf diese Frage Glücklichere, welche im Besitz dieses seltenen Fisches sind, Antwort geben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1887-1888

Band/Volume: [7](#)

Autor(en)/Author(s): Zograff Nikolaus

Artikel/Article: [Ueber die Zähne der Knorpel - Ganoiden. 178-183](#)