

Ueber die Schalenhäute von *Protopterus annectens*.

Von

Georg Walter.

(Der Redaction zugegangen am 10. März 1889.)

Im Sommer 1887 und 1888 erhielt Herr Prof. Wiedersheim eine grössere Anzahl lebender Exemplare von *Protopterus annectens*, welche aus dem Gambiafluss stammten. Herr Prof. Wiedersheim hat seine Untersuchungen über diese Thiere, die bekanntlich eine Mittelstellung einnehmen zwischen den Fischen und den Amphibien, in einer Abhandlung, «Zur Biologie von *Protopterus*»¹⁾, niedergelegt, welcher ich mit der gütigen Erlaubniss des Herrn Verfassers zur Orientirung über den vorliegenden Gegenstand die folgenden Notizen entnehme.

Die ersten biologischen Mittheilungen über das hier in Frage stehende Thier stammen von Jardine²⁾, welcher sich im Wesentlichen auf Beobachtungen von Miss Weir stützt. Diesen ist zu entnehmen, dass die Thiere 9 Monate lang etwa 18 Zoll tief unter dem Sumpfgrund im ausgetrockneten Schlamm eingegraben liegen, und dass sie nur 3 Monate im Wasser leben. Während dieses neunmonatlichen Erstarrungszustandes bzw. Sommerschlafes sei das Thier, zu einem ovalen Packet zusammengebogen, von einer Blätterhülle umgeben, welche von einer Schleimmasse zusammengehalten werde. Auch nach

¹⁾ Wiedersheim, «Zur Biologie von *Protopterus*»; Anatom. Anzeiger, Centralblatt für die gesammte wissenschaftl. Anatomie, II. Jahrgang, 1887, No. 23.

²⁾ Annals and Magazine of natural history, London 1841.

Peters sollten Blätter die Hüllmasse des in Erstarrung liegenden Protopterus bilden.

Von dieser Hüllmasse bemerkt Bartelett in einer begleitenden Bemerkung zu einem von J. E. Gray verfassten Artikel im XXIII. Theil der «Proceedings of the zoological Society» von London, dass, nachdem er den «Cocoon» durch Erweichen der umgebenden Lehmmasse in Wasser erhalten habe, genau an der Stelle, wo zuvor die Nase des Thieres gelegen hatte, eine kleine Oeffnung von der Grösse eines Stecknadelkopfes wahrzunehmen gewesen sei, welche der Athmung gedient haben müsse, und erwähnt zum Schluss die in dem Lehmkloss zu dem Thier hinunterführende, in einen glattwandigen, 15—20 cm. langen Kanal übergehende Oeffnung, die er mit einem Mausloch vergleicht.

Einen exacteren Bericht über die häutigen Kapseln des Protopterus giebt — nach Wiedersheim — Krauss¹⁾.

«Auch er löste den Erdklumpen in warmem Wasser auf, und nachdem dies geschehen war, landeten sich auf dem Grund des Gefässes nicht etwa Blätter, sondern eine kastanienbraune Haut, in die das Thier zuvor eingehüllt gewesen sein und die sich «aus einem von ihm abgesonderten Schleim gebildet haben musste». Das deckelartige Schlussstück der Hüllmasse mass 25 Millimeter im Durchmesser und stellte eine flache, runde Scheibe dar, an welcher, fünf Millimeter vom Rand entfernt, jene kleine, auch schon von Bartelett bemerkte Oeffnung nachzuweisen war. Die übrige Haut zeigte sich so zerrissen, dass die Formverhältnisse der Hülle nicht mehr erkenntlich waren. Mit Aetzkali gekocht, nahm die dünne, durchscheinende, überall gleichförmige Haut eine hellgelbliche Färbung an und wurde noch durchscheinender, ohne sich jedoch aufzulösen. Selbst bei 240facher Vergrösserung erschien sie gänzlich structurlos und zeigte sich von vielen, zarten, verworren durch einander laufenden Rissen durchzogen, die wohl in einer Vertrocknung des Schleims ihre Ursache haben mochten.»

¹⁾ Jahresberichte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg, Stuttgart 1864.

Seine eigenen Untersuchungen bestätigten Wiedersheim vollkommen die Richtigkeit der Krauss'schen Angaben über die Schalenhaut des Protopterus, über deren Zweck und Ursprung er sich folgendermassen ausspricht:

«Eines lässt sich übrigens jetzt schon mit Sicherheit behaupten, nämlich das, dass es sich um ein erstarrtes Secret handelt, wie auch das dicht von der Schalenhaut umschlossene Thier nach Entfernung der letzteren noch von einer hellglänzenden, spiegelnden Flüssigkeit umhüllt ist, welche an Firniss erinnert und eine sehr zähe, klebrige Consistenz besitzt. Dieser Ueberzug schützt das schlummernde Thier offenbar in ganz ähnlicher Weise vor dem Austrocknen, wie dies neuerdings durch die Herrn Sarasin von dem mit der Brutpflege beschäftigten *Epicrium glutinosum* bekannt geworden ist.»

«Die eigentliche harte Schalenhaut mag wohl auch theilweise diesen Zweck erfüllen, allein die Hauptaufgabe derselben scheint mir darin zu liegen, das Thier vor den mechanischen Insulten der während der Austrocknung immer mehr sich contrahirenden Schlamm Massen zu schützen.»

«Woher das schleimige Secret stammt, ob aus der Haut oder aus einem besonderen Apparat, wie ein solcher bei *Ceratodus*, wo er am Kieferwinkel nach aussen mündet, nachgewiesen ist, müssen künftige Untersuchungen lehren.»

In einer neueren, im anatomischen Institut zu Freiburg ausgeführten Untersuchung über den Protopterus schliesst sich W. N. Parker¹⁾ bezüglich der Auffassung der Schalen der von Wiedersheim ausgesprochenen Ansicht an und bezeichnet sie direct als ein erstarrtes Hautsecret.

Das zu den folgenden Untersuchungen benützte seltene Material erhielt ich durch Vermittelung des Herrn Prof. Baumann von Herrn Prof. Wiedersheim, welchem ich hierfür, sowie für die Anregung zu den folgenden Untersuchungen meinen lebhaften Dank ausspreche.

¹⁾ W. N. Parker, Zur Anatomie und Physiologie von *Protopterus annecteus*, Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. 1888.

Beschreibung der Schalenhaut.

Die Gesamtmenge der mir zur Verfügung gestellten Kapseln betrug 12 Gramm. Aus den zerrissenen und zerstückten Häuten, unter welchen sich keine der von Krauss beschriebenen Schlussdeckel befanden, liess sich weder die ursprüngliche Form erkennen, noch das Gewicht der einzelnen Kapseln feststellen.

Die Kapselstücke zeigten sich auf der dem Substrat zugewendeten Seite — die ich der kürzeren Ausdrucksweise halber als die äussere, die dem Fisch anliegende Seite als die innere benennen will — mit Sand inkrustirt und übersponnen von einem Gewirr zahlreicher, der Haut zum Theil sehr fest angepresster, feinerer und dickerer Wurzelfasern, welche jedenfalls durch die beim Austrocknen sich zusammenziehenden Schlamm Massen der noch zarten und geschmeidigen Haut eingedrückt wurden und der Innenfläche der Schalen ein genervtes Aussehen verliehen, was wohl bei oberflächlicher Betrachtung die irrige Vorstellung von einer aus Blättern und Schleim fabricirten Hülle wachgerufen haben mochte. Die Kapseln wurden zunächst durch Aufweichen in kaltem Wasser, Abpinseln mit einem nicht zu feinen Haarpinsel oder noch besser durch gelindes Abreiben mit dem Finger und wiederholtes Abspülen mit Wasser gereinigt und erscheinen nun als durchscheinende, braungelbe, äusserst dünne, getrocknet spröde und pulverisirbare, auf der Aussenseite matte oder schwach glänzende, auf der Innenseite fettglänzende Membranen. Beim Erhitzen auf dem Platinblech verbrannten die Stücke unter Verbreitung eines Geruches nach verbranntem Harn und unter Hinterlassung von reichlich Asche. Vorsichtig erhitzt behielt die Asche die ursprüngliche Form der Substanz bei, wobei sich die Innenseite des veraschten Kapselstückchens rein weiss, die andere rostfarbig zeigte, ein Hinweis darauf, dass die Schalen nicht aus einer homogenen Masse bestehen konnten. Die Löslichkeitsversuche in Wasser, Alkohol und Aether verliefen negativ. Bei der Behandlung mit verdünnter Salzsäure entstand eine schwach gelb gefärbte

Lösung, an der aber nicht organische Verbindungen, sondern Eisen- und Kalksalze sich beteiligten. Gleichzeitig fand eine lebhaftere Kohlensäureentwicklung statt. Auffallender Weise bildeten sich die Gasbläschen nur an der inneren Seite der Kapselstücke. Mit Natronlauge längere Zeit erhitzt, lösten sie sich zu einer braunen, etwas getrübbten Flüssigkeit, indem sie allmählig dünner und durchsichtiger wurden, als zarte Schleier in der Flüssigkeit flottirten und endlich verschwanden. Mässig conc. Schwefelsäure löste die anfangs aufquellenden Häute zu einer braunschwarzen Flüssigkeit auf.

Bei der mikroskopischen Flächenbetrachtung erschien — wie schon Krauss berichtete — die Haut von vielen zarten, verworren durch einander laufenden Rissen durchzogen und anscheinend structurlos. Durch Quer- und Flächenschnitte wurde ich eines Besseren belehrt.

Die ausserordentliche Zartheit und Sprödigkeit der Schalen erschwerten das Schneiden in hohem Grade. Um dennoch zum Ziel zu gelangen, verfuhr ich in der Weise, dass ich eine Anzahl in Wasser geweichter Hautstücke über einander legte, nach Art der Cigarren fest aufrollte und schnitt. Allerdings bestand der weitaus grösste Theil der so hergestellten Schnitte blos aus schmalen Hautstreifen; aber dazwischen fanden sich doch auch einzelne gute Querschnitte und in Folge Ausgleitens des Messers an dem nachgiebigen Material dann und wann mehr oder weniger vollkommene Flächenschnitte. An den Querschnitten, deren Ränder nicht scharf begrenzt waren, liessen sich zwei deutlich von einander abgegrenzte Schichten von annähernd derselben Stärke unterscheiden: eine rothbraun gefärbte, mit zahlreichen eingelagerten, ungleichförmig gestalteten Körperchen (Sandpartikeln), und eine — wenigstens auf dünnen Querschnitten — farblos erscheinende Schicht, die sich an den Enden der Schnitte häufig von einander losgelöst hatten. Die Messung der Querschnitte ergab für die Kapseln eine durchschnittliche Dicke von 47—57 μ . Auch an Flächenschnitten liessen sich die beiden Zonen leicht erkennen; während aber die braun gefärbte ausser den eingelagerten, bald feineren, bald gröberen

Partikeln nichts Auffallendes bot, zeichnete sich die farblose durch starre Formen und zahlreiche kurze, scharfe, zu einer Art Netz sich vereinigende Risse aus, die — um ein triviales Beispiel zu gebrauchen — etwa das Bild einer flachgedrückten Eierschale boten, deren Splitter noch durch die zarte, die Innenseite derselben auskleidende Haut zu einem Ganzen vereinigt bleiben. Diese Risse verschwanden aber sofort unter Gasentwicklung bei der Einwirkung von verdünnter Salzsäure, die Membranen nahmen weiche, schleierhafte Formen an und hatten das Aussehen einer schaumigen Masse. Auf Querschnitten konnte man jetzt eine undeutliche Schichtung erkennen. Ich glaube daher nicht irre zu gehen, wenn ich die Starrheit der farblosen Membranschichte auf grosse, die organische Grundmasse durchsetzende Mengen von kohlen-saurem, phosphorsaurem und vielleicht auch schwefelsaurem Kalke, die — wie die Aschenanalyse zeigen wird — von dem Thier in nicht unbeträchtlicher Quantität ausgeschieden werden, zurückführe und die durch die auflösende Wirkung der Säure die Risse verschwinden liessen. Nach dem Auswaschen der Schnitte versuchte ich auch Tinctionen mit Anilinfarben. Mit Smaragdgrün färbten sich die farblosen Schichten intensiv grün; aber auch der braune Kapseltheil zeigte an den durchsichtigeren Stellen eine mehr oder weniger starke Farbstoffspeicherung, so dass man daraus schliessen darf, dass auch seine Grundmasse aus Eiweissstoffen (und dafür spricht die kräftige Farbstoffspeicherung) bestehe.

Chemische Untersuchung der Schalenhäute.

Dieselbe zerfiel in eine Untersuchung der Asche und in eine solche der organischen Bestandtheile der Kapseln, auf welche jeweils 6 Gramm Substanz entfielen. Letztere wurde vorerst in der oben beschriebenen Art sorgfältig gereinigt, bei 70° C. getrocknet und gepulvert.

Die die Substanz betreffenden Gewichtszahlen beziehen sich stets auf die lufttrockenen, bei 70° C. getrockneten Schalenhäute.

A. Wasserbestimmung.

Die Wasserbestimmung ergab für die lufttrockene Substanz 6,88% Wasser.

B. Analyse der Asche.

Die Kohlensäure der Aschen wurde nach dem Glühen durch Erhitzen mit Ammoniumcarbonat restituiert.

I. 0,3915 gr. Substanz gaben	0,1095 gr. Asche =	27,951 "
II. 0,6065 »	» 0,1705 »	= 28,114
III. 0,612 »	» 0,173 »	= 28,265

Der Aschengehalt der lufttrockenen Häute betrug im Mittel 28,165%.

Die qualitative Aschenanalyse ergab die Bestandtheile: Eisen, Aluminium, Calcium, Kalium, Natrium, Kieselsäure, Schwefelsäure, Phosphorsäure, Kohlensäure und Spuren von Chlor und Magnesium.

Zur Ausführung der quantitativen Aschenanalyse wurden die Silicate mit Salzsäure aufgeschlossen, die überschüssige Säure verdampft, mit verd. Salpetersäure aufgenommen, die Kieselsäure abfiltrirt und die Phosphorsäure mit Ammoniummolybdat ausgefällt. Eisen und Aluminium wurden in der üblichen Weise abgeschieden, mit reiner Natronlauge getrennt und Calcium als Oxalat gefällt. Aus einer ersten Portion ergaben sich die Werthe: ζ

0,173 gr. Asche gaben	0,062 gr. SiO_2 =	35,838 "
	0,007105 P_2O_5 =	4,107 »
	0,0170 Fe_2O_3 =	9,826 »
	0,0095 Al_2O_3 =	5,491 »
	0,0625 CaO =	36,127 »

In einer zweiten Portion Asche wurde wieder erst die Kieselsäure abgeschieden, aus der sauren Lösung die Schwefelsäure mit Chlorbaryum gefällt, Eisen, Aluminium, Calcium und das überschüssige Baryum mit Ammoniak und Ammoncarbonat entfernt und die Alkalien als Sulfate gewogen. Nachdem das Kalium als Kaliumplatinchlorid bestimmt worden war, liess sich durch Umrechnung des Kaliums auf Sulfat auch das Gewicht des Natriums ermitteln.

0,648 gr. Asche gaben	0,0234 gr. SO_3	= 3,614 ‰.
	0,031	> (x K_2SO_4 + x Na_2SO_4).
	0,028	> PtCl_6K_2 .
	0,0054	> K_2O = 0,836 ‰.
	0,00916	> Na_2O = 1,415 ‰.

In einer dritten Portion endlich wurde das Gewicht der Kohlensäure nach dem von Kolbe angegebenen, von Frésenius verbesserten Verfahren durch directe Wägung festgestellt.

0,4635 gr. Asche gaben 0,0100 gr. CO_2 = 2,157 ‰.

Chlor und Magnesium waren in quantitativ nicht zu ermittelnden Mengen vorhanden.

Zusammenstellung:

Fe_2O_3	= 9,826 ‰	} 15,317 ‰.
Al_2O_3	= 5,491 ‰	
CaO	= 36,127 ‰	
K_2O	= 0,836 ‰	
Na_2O	= 1,415 ‰	
SiO_2	= 35,838 ‰	
P_2O_5	= 4,107 ‰	
SO_3	= 3,614 ‰	
CO_2	= 2,157 ‰	
Mg, Cl	= — ‰	
	99,411.	

C. Analyse der organischen Bestandtheile.

Die Stickstoffbestimmung wurde nach der Dumas'schen Verbrennungsmethode ausgeführt und ergab aus

0,6290 gr. Substanz = 0,0599 gr. N = 9,523 ‰.

für die aschenfreie Substanz berechnet 13,228 ‰ N.

Prüfung auf Eiweissstoffe.

Die Untersuchung der organischen Bestandtheile oder Schalenhäute war zunächst auf den Nachweis von Eiweissstoffen gerichtet. Nach dem von Hoppe-Seyler¹⁾ angegebenen Verfahren zur Darstellung von Leucin und Tyrosin

¹⁾ Hoppe-Seyler. Handbuch der Physiologisch- und Pathologisch-Chemischen Analyse, S. 173.

aus Hornspänen wurden 3 Gramm Substanz mit 40 Gramm im Verhältniss von 5 : 13 verdünnter Schwefelsäure 24 Stunden lang in einem Kolben mit aufgesetztem Liebig'schen Kühler in schwachem Sieden erhalten, die braunschwarze Lösung mit überschüssigem kohlensauren Kalk abgestumpft, der Kalkbrei mit $\frac{1}{2}$ Liter Wasser abgekocht, auf ca. 5 ccm. eingedampft und in einem Uhrglas zur Krystallisirten abdunsten gelassen. Nach 24 Stunden liessen sich in der gelbgefärbten, syrupösen Flüssigkeit neben einzelnen Krystallen nur undeutlich krystallinische Massen erkennen. Zur weiteren Reinigung wurde die süsslich fleischextractähnlich schmeckende Masse wieder gelöst, mit Barytwasser so lange versetzt, als ein Niederschlag entstand, das überschüssige Barythydrat mit Kohlensäure gefällt, filtrirt, eingeengt und nochmals in einem Uhrglas der Krystallisation überlassen. Durch Abspülen mit verdünnter Essigsäure und Wasser wurden die ausgeschiedenen Krystalle von beigemengten Spuren kohlensauren Baryts und den Resten der gelblichen Mutterlauge vollends gereinigt. Die Ausbeute an diesen Krystallen war klein, aber genügend, um sie als Tyrosin nachweisen zu können. Sie bildeten nadelförmige Krystalle, waren in Wasser schwer, in Ammoniak sehr leicht löslich und lieferten in Millon's Reagens eine ebenso intensiv rothe Färbung, als eine in einer Vergleichsprobe benutzte gleich grosse Menge reinen Tyrosins. Das neben Tyrosin bei der Zersetzung von Eiweissstoffen stets gleichzeitig auftretende Leucin konnte in Folge der geringen Menge, in welcher es entstanden sein musste, und seiner Leichtlöslichkeit im Wasser nicht in reinem Zustand abgeschieden werden und blieb in der Mutterlauge des Tyrosins gelöst. Da auch der gefundene Stickstoffgehalt demjenigen der Albumine entspricht, so war die Anwesenheit von Eiweisskörpern erwiesen.

Schon oben wurde bemerkt, dass die Schalenhaut an Wasser keine löslichen Stoffe abgab. Trotzdem wurde der Versuch gemacht, in derselben auf das Vorhandensein von diastatischem Ferment zu prüfen. Das Resultat war ein negatives. Veranlassung zu diesem Versuch gab die Beobachtung, dass die

intacten Schalenhäute beim Uebergiessen mit Wasserstoffsuperoxyd eine sehr bemerkliche Sauerstoffentwicklung lieferten. Hierbei wurde auch constatirt, dass diese Sauerstoffentwicklung lediglich von der Innenfläche der Schalenhaut ausging, während aus der dem Schlamm zugekehrten Fläche sich keine einzige Gasblase entwickelte.

Untersuchung des Flussschlammes.

Der grosse Aschengehalt der Kapseln, insbesondere aber das Vorhandensein so beträchtlicher Mengen von Kieselsäure, Eisen und Thonerde, die mit dem Stoffwechsel des Thieres nichts zu thun haben, wiesen unmittelbar auf eine Theilnahme des Flussschlammes an der Bildung der Schalenhäute hin und forderten eine chemische Untersuchung des letzteren. Zur Ausführung derselben wurde eine hinreichende Quantität des Bodens der Wandung einer der Fischhöhlen entnommen, zerrieben, durch Absieben von den beigemengten Pflanzentheilen befreit und bei 100° C. getrocknet.

Der Gehalt des Bodens an organischen (Humus) Bestandtheilen wurde indirect durch Veraschung bestimmt.

Boden (lufttrocken):	Gewichtsverlust:
I. 2,446 gr.	0,331 gr. = 13,205% ..
II. 2,034 gr.	0,261 gr. = 12,830% ..

Demnach beträgt die Humussubstanz des Flussschlammes im Mittel 13,017%.

Analyse der Bodenasche.

In Bezug auf qualitative Beschaffenheit stimmte die Bodenasche mit der Hautasche vollkommen überein, nur liessen sich in jener noch Spuren von Mangan durch die Manganschmelze nachweisen. Hingegen zeigten sich in der quantitativen Zusammensetzung erhebliche Differenzen.

Der Gang der quantitativen Analyse war im Allgemeinen derselbe wie bei der Hautaschenanalyse. Die geglühte, im Achatmörser auf's Feinste abgeriebene Asche wurde zur Restituierung der Kohlensäure mit Ammoncarbonat erhitzt, mit

verdünnter Salzsäure ausgezogen, die Silicate durch Schmelzen mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen und nach Ausfällen der Phosphorsäure mit Ammoniummolybdat im Uebrigen wie oben verfahren.

In einer ersten Portion wurden bestimmt:

1.018 gr. Bodenasche ergaben	0,635 gr. Si O ₂	=	62,370 ‰
	0,2865 »	{ Fe ₂ O ₃ }	= 28,099 ‰
		{ Al ₂ O ₃ }	
	0,0478 »	Ca O	= 4,693 ‰
	0,623 »	Mg O	= 2,246 ‰
	0,00703 »	P ₂ O ₅	= 0,690 ‰

In einer zweiten Portion wurde der Gehalt an Schwefelsäure ermittelt.

1.101 gr. Bodenasche gaben	0,00274 gr. SO ₃	=	0,249 ‰
----------------------------	-----------------------------	---	---------

In zwei weiteren Aschenmengen wurde nach der Kolbe-Fresenius'schen Methode die Kohlensäure bestimmt.

I. 1,6197 gr. Bodenasche gaben	0,0030 gr. CO ₂	=	0,185 ‰
II. 2,4908 »	0,0042 »	=	0,168 ‰

Zusammenstellung:

Fe ₂ O ₃	}	28,099 ‰
Al ₂ O ₃		
Ca O		4,693 ‰
Mg O		2,246 ‰
Si O ₂		62,370 ‰
P ₂ O ₅		0,690 ‰
SO ₃		0,249 ‰
CO ₂		0,185 ‰
K, Na, Cl		— ‰
		98,532.

Die chemische Untersuchung bestätigte somit die von Wiedersheim und Parker ausgesprochene Ansicht, dass die Schalenhaut aus dem Secret der Hautschleimdrüsen resp. der Becherzellen gebildet worden ist. Dieses Secret besteht aus Eiweissstoffen (Mucin) und anorganischen Salzen, unter welchen Calciumcarbonat den Hauptbestandtheil ausmacht. Die in der Schalenasche gefundenen Mengen von Phosphorsäure und von Alkalien gehören gleichfalls diesem Secret an. Die im Secret gefundene Schwefelsäure ist jedenfalls zum

grösseren Theil auf Kosten des Schwefelgehaltes der Eiweissstoffe (Mucin) in Rechnung zu bringen. Ein besonderer Versuch zeigte, dass von schwefelsauren Salzen in den Kapseln selbst nur geringe Mengen enthalten sind.

Der Kohlensäuregehalt der Asche erscheint sehr gering im Verhältniss zum Kalkgehalt derselben. Hierbei ist zu beachten, dass nicht blos durch die bei der Veraschung gebildete Schwefelsäure, sondern auch durch die reichlich vorhandene Kieselsäure bei der Anfertigung der Asche Kohlensäure ausgetrieben wurde.

Die chemische Untersuchung zeigt aber auch auf das Deutlichste, dass bei der Bildung der Schalenhaut des Protopterus die umgebende Schlammmasse auch einen Theil des Materials geliefert hat. Vergleicht man nämlich das Verhältniss von Eisen und Thonerde mit dem Kieselsäuregehalt der Kapselasche ($15,3 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 : 35,8 \text{ SiO}_2$) mit dem Verhältniss, in welchem diese Substanzen im Flussschlamm enthalten sind ($28,09 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3 : 62,37 \text{ SiO}_2$), so ergibt sich eine fast vollständige Uebereinstimmung.

Wenn man die sämtlichen, bei der chemischen und mikroskopischen Untersuchung gewonnenen Resultate zusammenfasst, nämlich

1. das verschiedenartige Aussehen der beiden Flächen eines veraschten Kapseltückchens,
2. die Beobachtung, dass beim Uebergiessen mit Salzsäure sich nur an der Innenfläche der Schalenhäute Kohlensäure entwickelte,
3. das ähnliche Verhalten gegen Wasserstoffsuperoxyd,
4. die Verhältnisse in der procentischen Zusammensetzung von Schalenhaut- und Bodenasche, und
5. die mikroskopischen Befunde,

so erkennt man, dass die Natur dieser interessanten Hüllen des Protopterus keine einheitliche ist, deren Entstehung man sich wohl durch die Annahme vorstellen kann, dass sich das

Thier zur Zeit, wo es sich zu seinem Sommerschlaf anschickt, mit einem an Kalksalzen und Eiweissstoffen reichen, schleimigen Secret überdeckt, das, bis zu einer äusserst geringen Tiefe das Erdreich durchdringend, mit dessen feinsten Partikeln verklebt und mit der zunehmenden Austrocknung des Flussschlammes zu den beschriebenen häutigen Kapseln verhärtet.

Universitätslaboratorium (Prof. Baumann) Freiburg i. B.